image
not
available

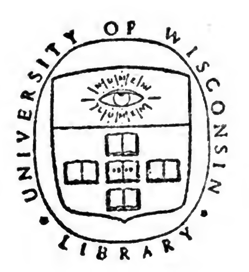











UNIVERSITY OF WISCONSIN
LIBRARY



# JAHRBUCH

der

# Astronomie und Geophysik.

Enthaltend die wichtigsten Fortschritte auf den Gebieten

der

**Astrophysik, Meteorologie und physikalischen Erdkunde.**

Unter Mitwirkung von Fachmännern

herausgegeben

von


**Dr. Hermann J. Klein.**


**IV. Jahrgang 1893.**

**Mit 5 Lichtdruck- und Chromotafeln.**



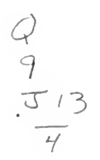


EDUARD HEINRICH MAYER

Verlagsbuchhandlung

**Leipzig 1894.**

Druck von Oskar Leiner in Leipzig. 31730





# Inhaltsübersicht.

Seite

Inhaltsübersicht . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . III—VIII

## Astrophysik.

**Die Sonne** . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 1—9
Die Aberrationskonstante und die Sonnenparallaxe . . . . . 1
Sonnenstatistik 1892 . . . . . . . . . . . . . . . . . 2
Die Protuberanzen im Jahre 1892 . . . . . . . . . . . . . 2
Das ultraviolette Spektrum der Protuberanzen, beobachtet auf dem Kenwood-Observatorium . . . . . . . . . . . . 3
Beobachtungen der Sonnenchromosphäre 1891 und 1892 auf dem Stonyhurst-Observatorium . . . . . . . . . . . . 3
Die totale Sonnenfinsternis am 16. April 1893 . . . . . . . 3
Über die Ursachen der Sonnenflecken, von Egon v. Oppolzer . . 6

**Planeten** . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 10—21
Planetoidenentdeckungen 1892 und 1893 . . . . . . . . . 10
Über die Auffindung von kleinen Planeten auf der Sternwarte zu Nizza, von Perrotin . . . . . . . . . . . . . . 11
Helligkeitsbestimmungen der Hauptplaneten und einiger Asteroiden durch Dr. G. Müller . . . . . . . . . . . . . . . 12
Über den grössten Glanz der Venus, Untersuchungen von Dr. G. Müller . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 15
Jupiter und seine Monde während der Opposition 1892, von W. H. Pickering beobachtet . . . . . . . . . . . . . 18
Der fünfte Mond des Jupiter . . . . . . . . . . . . . . 21

**Mond** . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 21
Die Bedeutung der Lick-Photographien des Mondes . . . . . 21

**Kometen** . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 21—40
Die Kometen des Jahres 1892, Zusammenstellung von Prof. H. Kreutz 21
Der wahrscheinliche Ursprung des Holmes'schen Kometen . . . 28
Kometengruppen, von Berberich . . . . . . . . . . . . . 29
Eine neue Hypothese zur Erklärung der Kometenschweife, von Dr. N. Herz . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 33

**Sternschnuppen und Meteore** . . . . . . . . . . . . . . 40—43
Die Bahn des Meteors vom 7. Juli 1892, von Prof. v. Niessl untersucht . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 40
Die Biela-Sternschnuppen des 23. November 1892 . . . . . . 42
Über die Bildung der Meteoriten, von Daubrée . . . . . . 43

**Fixsterne** . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 44—72
Fixsternparallaxen, von Prof. Pritchard durch photographische Aufnahmen bestimmt . . . . . . . . . . . . . . . 44

Seite

Die Parallaxe von $\mu$ und $\delta$ Cassiopejae . . . . . . . . . . 45
Die Eigenbewegung der Sonne, abgeleitet aus spektrographisch ermittelten Eigenbewegungen der Fixsterne zu Potsdam . 45
Der veränderliche $Y$ im Schwane, von Prof. Dunér untersucht . 46
Krüger's neuer Katalog der farbigen Sterne . . . . . . . . 49
Das Spektrum von $\beta$ Lyrae, von A. Belopolsky untersucht . . 49
H. C. Vogel's Untersuchungen über den neuen Stern im Fuhrmann 50
Über die Natur des Spektrums der Nova Aurigae, nach W. Campbell's Beobachtungen . . . . . . . . . . . . . 62
S. W. Burnham's Doppelsternmessungen 1891 . . . . . . . . 63
Der Doppelstern $\Sigma$ 1785 . . . . . . . . . . . . . . . . . 65
Die Bahn des Doppelsternes $\Sigma$ 2 . . . . . . . . . . . . 65
Die Bahn des Doppelsternes 85 Pegasi . . . . . . . . . . . 65
Die Bahn des Doppelsternes $\beta$ Delphini . . . . . . . . . 65
Die Bewegung von $\zeta$ Herculis in der Gesichtslinie zur Erde, von Belopolsky untersucht . . . . . . . . . . . . . . . . 65
Der Sternhaufen im Fuhrmann, Messungen desselben von B. Mathiessen . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 66
Der grosse Sternhaufen im Herkules, von Dr. Scheiner photographisch aufgenommen . . . . . . . . . . . . . . 66
Beobachtungen von Nebelflecken durch Dr. Spitaler . . . . . 71
Untersuchungen über die Parallaxe eines Nebelfleckes, von Dr. J. Wilsing . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 71
Photographie des Nebels um $\eta$ Argus, von David Gill . . . . 72

## Geophysik.

**1. Allgemeine Eigenschaften der Erde** . . . . . . . . . . 73—92
Eine neue Bestimmung der Masse und Dichte der Erde von Alphonse Berget . . . . . . . . . . . . . . . . . . 73
Die Messung des Parallels von 47° 30′ in Russland . . . . . 73
Die europäische Längengradmessung in 52° Br. von Greenwich bis Warschau . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 74
Neue Bestimmungen von Lotabweichungen . . . . . . . . . 74
Lotabweichungen in der Westschweiz . . . . . . . . . . . 77
v. Sterneck's neue Untersuchungen über die Schwereverhältnisse in Norddeutschland und Österreich-Ungarn . . . . . . 78
Schwerebestimmungen im hohen Norden durch A. Gratzl . . . 83
Tägliche Schwankungen der Schwere nach Mascart . . . . . 85
Die Verteilung der Schwere an der Oberfläche der Erde nach Defforges . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 85
Die Abnahme der Schwere mit der Höhe. Untersuchungen von Dr. Richarz und Dr. Krigar-Menzel . . . . . . . . . . 87
Die Anschauungen über den Zustand des Erdinneren, kritisch dargestellt von Prof. Günther . . . . . . . . . . . . 88
Über die Beschaffenheit des Erdinneren und die Kontraktionstheorie der Gebirgsbildung, von Dr. M. P. Rudski . . . 90
**2. Oberflächengestaltung** . . . . . . . . . . . . . . . 93—111
Die letzten kontinentalen Veränderungen Europas vor und während der Eiszeit, von J. N. Woldřich dargestellt . . . . . . 93
Die geographische Verteilung der Beschaffenheit von Grund und Boden, nach A. v. Tillo . . . . . . . . . . . . . . 93

Seite

Die Grundzüge der Bodenplastik Italiens, von Prof. Th. Fischer dargestellt . . . 95
Die Gebirgsformen im südwestlichen Kärnten und deren Entstehung, von Dr. F. Frech studiert . . . 99
Über Typen von Küstenformen, von Philippson . . . 100
Über Fjordbildung, von v. Drygalski . . . 101
Die Bedeutung der Barren in Hinsicht auf gewisse geologische Bildungen, nach Ochsenius . . . 102
Höhenänderungen in der Umgegend von Jena . . . 104
Die Lössbildung des Saltrange in Indien, nach W. Waagen . . 105
Die Dünen im nordwestlichen Teile Argentiniens, von Dr. Brackebusch untersucht . . . 106
Die Salpeterwüste von Tarapacá und Atacama, nach Dr. Krüll . 108

**3. Boden- und Erdtemperatur** . . . 111—114
Die Bodentemperatur-Beobachtungen zu Königsberg, von A. Schmidt untersucht . . . 111
Temperaturmessungen im Bohrloche zu Knurow bei Gleiwitz . 113

**4. Erdmagnetismus** . . . 114—124
Eine eigentümliche Abweichung der Magnetnadel im Rapakigebiete bei Wiborg . . . 114
Die angeblichen magnetischen Störungen auf Island . . . 114
Die Gleichzeitigkeit magnetischer Störungen an verschiedenen Orten der Erde, von W. Ellis untersucht . . . 115
Änderungen in der örtlichen Intensität des Gesteinsmagnetismus, von E. Oddone studiert . . . 116
Erdmagnetische Beobachtungen in der Schweiz . . . 117
Über die tägliche Periode des Erdmagnetismus, von J. Liznar . 117
Die absoluten Werte der Deklination und Horizontalintensität zu Bombay . . . 119
Die Sonne und die Störungen des Erdmagnetismus . . . 120

**5. Vulkanismus** . . . 124—146
Die vulkanischen Ereignisse des Jahres 1892 . . . 124
Die Ätna-Eruption von 1892, nach Baltzer . . . 125
Laven des Stromboli . . . 128
Der Kilauea 1891, von A. Marcuse geschildert . . . 128
Der Kilauea 1892, von J. Keep besucht . . . 129
Die vulkanischen Herde am Golfe von Neapel, nach Otto Lang . 131
Die Maare der Eifel . . . 132
Die Vulkane Zentralamerikas, nachgelassene Schrift von K. v. Seebach . . . 133
Die Vulkane Äquatorialafrikas in ihrer Beziehung zu den grossen Bruchspalten dieses Erdteiles, von Dr. Hans Meyer . . . 140
Der Geysirdistrikt von Rotorua, nach Malfroy . . . 144
Das Geysirphänomen, von A. Andreae . . . 144

**6. Erdbeben** . . . 147—158
Das grosse Erdbeben vom 28. Oktober 1891 in Japan . . . 147
Erdbeben von Treguayo am 7. Juni 1891 . . . 149
Das Erdbeben von Civita lavinia am 22. Januar 1892 . . . 149
Das Erdbeben im zentralen Frankreich am 26. August 1892 . . 149
Das grosse Erdbeben auf der Insel Zante 1893 . . . 149
Frankreich und Algerien in seismischer Beziehung . . . 152

Seite

Eine wahrscheinliche Fernwirkung des japanischen Erdbebens von Kumamato . . . . . . . . . . . . . . . . . . 153
Kleine Erderschütterungen am Horizontalpendel beobachtet . . 154
Mikroseismische Erdpulsationen . . . . . . . . . . . . . . 155

**7. Inseln, Strandverschiebungen, Korallenriffe** . . . . 158—188
Die Insel Rügen, von R. Credner geschildert . . . . . . . . 158
Sable-Island . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 166
Die Färöer, von Dr. O. L. Jiriczek . . . . . . . . . . . . 166
Die Oberflächengestaltung der Insel Island, nach Thoroddsen . 169
Die Bahamainseln, von S. Hitchcock geschildert . . . . . . . 173
Die Insel Tobago, von H. Eggers . . . . . . . . . . . . . 176
Die Inselgruppe Juan Fernandez . . . . . . . . . . . . . . 178
Neuguinea, nach A. Oppel . . . . . . . . . . . . . . . . 179
Die Insel Sachalin, von Krassnow geschildert . . . . . . . . 183
Die Küstenänderungen im südwestlichen Schleswig, nach R. Hansen 183
Strandverschiebung bei Libau an der Ostsee . . . . . . . . 186
Strandlinienveränderungen im nordöstlichen Seeland . . . . . 187
Ursache der säkularen Verschiebungen der Meere nach Loewinson-Lessing . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 187
Die Korallenriffe von Dar-es-Salaam, nach Ortmann . . . . . 187

**8. Das Meer** . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 188—212
Die Farbe des Meerwassers, von Pouchet untersucht . . . . . 188
Beobachtungen über Meereswellen, von G. Schott . . . . . . 189
Die Beruhigung der Wellen durch Seifenwasser . . . . . . . 190
Die Mascaret der Seine, nach Dormoy . . . . . . . . . . . 191
Tiefseeforschungen des Dampfers „Pola“ im östlichen Mittelmeere 191
Die Ursache des Schwefelwasserstoffvorkommens in der Tiefe des Schwarzen Meeres, nach Andrussow . . . . . . . . . . 195
Über Meeresströmungen, nach G. Schott . . . . . . . . . . 200
Die Entstehung und Verbreitung des antarktischen Treibeises, von K. Fricker untersucht . . . . . . . . . . . . . . . 202
Die Wanderdünen der hinterpommerschen Küste . . . . . . . 207
Unterseeische Flussrinnen, von E. Linhardt studiert . . . . . 209

**9. Quellen und Höhlen** . . . . . . . . . . . . . . . . 212—229
Der intermittierende Karlsbrunnen in Eichenberg . . . . . . . 212
Gasbrunnen zu Wels in Oberösterreich . . . . . . . . . . . 212
Die Höhlen der schwäbischen Alb, von F. Regel geschildert . . 214
Die Höhlen des Harzes, nach H. Kloos . . . . . . . . . . . 218
Die Tropfsteinhöhle von Schoschuwka, nach Prof. Trampler . . 218
Die Höhle von Soucy . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 221
Eine neue grosse Tropfsteinhöhle bei Hürben . . . . . . . . 222
Dolinen im Brünner Höhlengebiete, von Prof. Trampler beschrieben 223
Karsterscheinungen am Dachsteinplateau . . . . . . . . . . 227
Unterirdische Wasser in der Sahara . . . . . . . . . . . . 228
Die Entstehung der Tropfsteinhöhlen bei Rübeland, nach Dr. Kloos 228
Die Entstehung der Mineralquellen, nach A. Goldberg . . . . 229

**10. Flüsse** . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 230—246
Die alten Neckarbetten in der Rheinebene, von A. Mangold untersucht . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 230
Der Stromlauf der mittleren Oder, nach R. Leonhard . . . . 234

| | Seite |
|---|---|
| Der Niagarafluss, von G. K. Gilbert geschildert | 239 |
| Die Hydrographie des Oxus, nach E. Blank | 240 |
| Der Bau der Strombetten und das sogenannte Baer'sche Gesetz, Untersuchungen von B. Neumann | 240 |
| **11. Seen** | 246—253 |
| Grössen und Tiefen der Schweizer Seen, von Egli zusammengestellt | 246 |
| Das Relief des Bodenseebeckens, nach v. Zeppelin | 247 |
| Das Alter des Bodensees als See, von Dr. Singer | 249 |
| Die Seen des Tatragebirges, von Dr. K. Grissinger | 250 |
| Die Temperaturverhältnisse der baltischen Seen, von Dr. W. Ule | 252 |
| Temperaturumkehr und Wasserzusammensetzung im See de la Girotte in Savoyen, von Delebecque | 252 |
| Die Entstehung der Lapisinischen Seen, nach Futterer | 253 |
| **12. Gletscher und Glazialphysik** | 253—265 |
| Die Gletscherkornbildung, von R. Emden untersucht | 253 |
| Das Schmelzen des Gletschereises, von Schiotz studiert | 254 |
| Zurückweichen des Pasterzengletschers, nach F. Seeland | 256 |
| Moränen und Gletscher der chilenischen Kordillere, von A. Noguès untersucht | 257 |
| Eigentümliche Eisbildungen in Argentinien, von L. Brackebusch untersucht | 258 |
| Die tägliche Bewegung der Gletscher am Mount Cook auf Neuseeland, von Baker gemessen | 259 |
| Die Gletscher Spitzbergens, nach Ch. Rabot | 259 |
| Das Binneneis Grönlands, nach Nansen | 260 |
| Die Eisbildung in den Polarmeeren, von Pechuel-Loesche geschildert | 262 |
| **13. Die Lufthülle im allgemeinen** | 265—269 |
| Der Kohlensäuregehalt der Atmosphäre, von G. Puchner untersucht | 265 |
| Die Absorption des Lichts in der Erdatmosphäre auf dem Säntis, von G. Müller untersucht | 266 |
| Die Dispersion der atmosphärischen Luft, von H. Kayser und C. Runge bestimmt | 267 |
| Das Auftreten und die Intensitätsänderungen der terrestrischen Spektrallinien, von G. Müller studiert | 268 |
| **14. Temperatur** | 269—276 |
| Der Wärmeaustausch an der Erdoberfläche und in der Atmosphäre, von Prof. v. Bezold studiert | 269 |
| Abnahme der Lufttemperatur mit der Höhe, von Angot | 274 |
| Die tägliche Periode der Temperatur im Schnee, von H. Abels untersucht | 275 |
| **15. Luftdruck** | 276—282 |
| Der höchste auf der Erde beobachtete Luftdruck | 276 |
| Die Luftdruck-Maxima und -Minima und die allgemeine atmosphärische Zirkulation, von Dr. Herrmann dargestellt | 276 |
| Bemerkungen zu Vorhergehendem, von A. Woeikof | 282 |
| **16. Nebel und Wolken** | 282—290 |
| Schätzung der Bewölkung, neue Methode von Dr. Kassner | 282 |
| Irisierende Wolken, von Prof. H. Mohn | 284 |
| Höhen und Geschwindigkeiten der Wolken, beobachtet am Blue Hill Observatorium bei Boston | 287 |
| Photographische Wolkenaufnahmen | 290 |

Seite

**17. Niederschläge** . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 290—296
Tägliche und stündliche absolute Maxima der Regenmenge . . 290
Grosser Regenfall in Queensland . . . . . . . . . . . . . 290
Untersuchungen über die Bildung des Taues, von R. Russell . 290
Beziehungen der Regenwahrscheinlichkeit zu den Querschnitts-änderungen des Luftstromes im Indischen Ozeane . . . . 293
Der trockene Frühling 1893 . . . . . . . . . . . . . . . . 295

**18. Winde und Stürme** . . . . . . . . . . . . . . . 296—312
Ermittelung der Luftströmungen in der Höhe mit Hilfe von Freiballons, nach Kremser . . . . . . . . . . . . . . . 296
Untersuchung der Anemometeraufzeichnungen zu Wien 1873—92, von Prof. J. Hann . . . . . . . . . . . . . . . . . . 300
Die Bahnen der Cyklone im südlichen Indischen Ozeane, von Meldrum untersucht . . . . . . . . . . . . . . . . . . 302
Die Teifune der Chinesischen See, von Doberck studiert . . . 303
Die Ursache der Teifune, nach Chevalier . . . . . . . . . . 312

**19. Elektrische Erscheinungen der Erdatmosphäre** . . 312—353
Versuche zur Bestimmung des elektrischen Zustandes der Erdkugel, von Dr. J. Tuma . . . . . . . . . . . . . . . . 312
Der Kugelblitz, kritisch-litterarische Studie, von Prof. Sauter . 314
Die Verbreitung der Gewitter über der Erdoberfläche, von A. Klossowsky . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 319
Eine kugelblitzförmige Erscheinung, die durch Induktion entstanden ist, von Prof. Mancini . . . . . . . . . . . . . 344
Die Gewitterforschung an der bayrischen meteorologischen Zentralanstalt seit dem Jahre 1879 . . . . . . . . . . . . . 346

**20. Optische Erscheinungen der Erdatmosphäre** . . . . . 353
Die Farbe des Himmels und das Mondlicht, von Clemens Royer . 353

**21. Klimatologie** . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 353—357
Die klimatischen Grundgleichungen des Königreichs Sachsen, von Prof. Schreiber . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 353
Die Niederschlagsverhältnisse in der Kordillere von Bogotá, nach Alfred Hettner . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 354
Das Wüstenklima von Kalifornien, nach den Beobachtungen im Sommer 1891 . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 357

# Verzeichnis der Tafeln.

Tafel I. Die Ringgebirge Archimedes, Autolycus, Aristillus und deren Umgebung in 10-facher Lick-Platten-Vergrösserung.
„ II. Photographien von Swift's Komet.
„ III. Kurven mikroseismischer Erdpulsationen.
„ IV. Das grosse Erdbeben vom 28. Oktober 1891 in Japan.
„ V. Cirrusgewölk, aufgenommen von W. Prinz.

# Astrophysik.

## Die Sonne.

**Die Aberrationskonstante und die Sonnenparallaxe.** A. Berberich bemerkt[1]), dass nach den neuen Untersuchungen Chandler's der genaue Wert der Aberrationskonstante sich nicht wesentlich von 20.500″ entfernen könne. „Durch Michelson's Experimente kennen wir die Lichtgeschwindigkeit (nahe 300000 *km*) bis auf ihren fünftausendsten Teil genau. Wir leiten daraus dann die in Kilometern ausgedrückte Geschwindigkeit der Erde durch Multiplikation mit der Tangente (Sinus) des Aberrationswinkels ab, worauf wir den Umfang und den Halbmesser der Erdbahn mit derselben Genauigkeit berechnen können. Das Verhältnis des Erdhalbmessers zum Bahnhalbmesser giebt uns die Sonnenparallaxe ($\pi$), die also für einen gegebenen Wert der Aberrationskonstante (= A) auf ihren fünftausendsten Teil gesichert sein würde. So würden sich entsprechen:

| A | $\pi$ |
|---|---|
| A = 20.30″ | $\pi$ = 8.880″ |
| 20.40″ | 8.837″ |
| 20.50″ | 8.794″ |
| 20.60″ | 8.752″ |

Chandler's Aberrationswert giebt daher $\pi$ = 8.794″. Genau ebenso gross ist die Sonnenparallaxe von Battermann aus Mondbeobachtungen erhalten worden. Das kürzlich erwähnte Resultat von Gill aus Beobachtungen kleiner Planeten war 8.80″ und könnte nach späteren Nachrichten höchstens 8.82″ werden. Diese Zahlen lassen sich sehr gut mit dem Ergebnisse von Chandler's Untersuchungen vereinigen. Dagegen steht nun der von Auwers aus den Beobachtungen der deutschen Venusexpeditionen berechnete Wert der Sonnenparallaxe $\pi$ = 8.88″ noch mehr isoliert. Wie man sieht, würde er eine Aberrationskonstante gleich 20.30″ bedingen, während bereits 20.40″ sehr unwahrscheinlich ist. Allem Anscheine nach ist somit die Sonnenparallaxe von 8.80″ kaum um mehr als eine hundertel Sekunde von ihrem wahren Werte verschieden.“

[1]) Naturw. Rundschau 1893. Nr. 29. p. 366.

**Sonnenstatistik 1892.** Prof. Wolf giebt folgende Übersicht über die Fleckenthätigkeit der Sonne [1]) im Jahre 1892:

| | Relativzahl | | Relativzahl |
|---|---|---|---|
| Januar | 72.4 | Juli | 77.9 |
| Februar | 72.4 | August | 102.6 |
| März | 52 5 | September | 62 2 |
| April | 69.6 | Oktober | 74.8 |
| Mai | 79.2 | November | 67.1 |
| Juni | 76.6 | Dezember | 77.8 |
| | | Jahresmittel | 73.8 |

**Die Protuberanzen** sind 1892 regelmässig auf der Pariser Sternwarte spektroskopisch untersucht worden [2]). Man bediente sich dabei des Foucault'schen Siderostaten, der in einem Doppelsaale von 9 *m* Länge aufgestellt ist. Die Protuberanzen wurden, soweit das Wetter dies gestattete, täglich nach der gewöhnlichen spektroskopischen Methode aufgenommen und ihre Beziehung zu den Fackeln und Flecken studiert. Gleichzeitig wurden sie indessen auch photographiert unter Anwendung eines grossen Gitterspektroskops. Man bediente sich meist eines engen Spaltes, und Hauptzweck dieser Untersuchungen war die Feststellung der radialen Geschwindigkeit in der Bewegung der Protuberanzen überhaupt. Im ganzen sind 1892 mehr als 1000 Aufnahmen erhalten worden, von denen eine Anzahl der besten, welche eigentümliche Bewegungen zeigen, der Pariser Akademie vorgelegt wurden. Gleichzeitig wurden auch die Sonnenfackeln spektroskopisch untersucht, wobei sich ergab, dass in denselben stets die Radiationen H und K des Calciums hell und selbst dunkel auftraten, woraus sich eine neue Methode zur Photographie dieser Fackeln ableiten liess.

Besonders eingehend wurde die ultraviolette Strahlung der Protuberanzen studiert. Das grosse Gitterspektroskop wurde zu diesem Zwecke mit einer nicht absorbierenden Quarzlinse versehen und das bei den früheren Beobachtungen benutzte Objektiv durch einen hohlen Silberspiegel ersetzt. Auf diese Weise wurden in den hellsten Protuberanzen ausser einer grossen Anzahl neuer Metalllinien die ultravioletten Linien des Wasserstoffes nachgewiesen, welche Huggins zuerst in den Spektren der weissen Sterne auffand, und die für diese als charakteristisch angesehen werden. Dieses Ergebnis ist insofern von besonderem Interesse, als es zeigt, dass in gewissen Regionen der gelblichen Sonne die Strahlung der weissen Sterne vorhanden ist. Aber noch ein anderes interessantes Resultat ergiebt sich aus diesen Beobachtungen, nämlich dieses, dass das ultraviolette Spektrum der Protuberanzen identisch ist mit dem Spektrum des neuen Sternes im Fuhrmann.

Die sehr hellen Protuberanzen haben ausser zehn bereits be-

[1]) Compt. rend. Ac. Paris. l'Astronomie 1893. p. 115.
[2]) Sirius 1893. p. 98.

kannten ultra-violetten Wasserstofflinien noch fünf neue gezeigt, deren Wellenlängen mit grosser Genauigkeit festgestellt wurden.

**Das ultraviolette Spektrum der Protuberanzen.** Auf dem Kenwood-Observatorium zu Chicago wurde am 15. Oktober 1892 eine Photographie des Spektrums einer metallischen Protuberanz der Sonne aufgenommen, welches im ultravioletten Teile 74 helle Linien zwischen den Wellenlängen 3970 und 3630 enthält[1]). Bei dieser Aufnahme wurde ein 12-zölliges photographisches Objektiv von Brashear und der Spektrograph mit 4-zölligem Gitter von 14438 Linien und $^3/_4$-zölligem Glasobjektiv angewandt. Die grosse Zahl der ultravioletten Linien ist wahrhaft überraschend, wenn man die Absorption des ultravioletten Lichtes beim Durchgange durch die 3 Objektive in Betracht zieht. Auf dieser Photographie sind sämtliche Linien sichtbar, welche Deslandres mit seinem Apparate, in welchem kein Glas benutzt wird, erhalten hat; ausserdem noch 32 neue Linien.

**Beobachtungen der Sonnenchromosphäre 1891 und 1892** hat W. Sidgreaves auf dem Stonyhurst-Observatorium angestellt[2]). Es wurde erhalten 1891 im Mittel aus 10 Monaten: mittlere Höhe der Chromosphäre (ohne Protuberanzen): 7.83″, 1892 Jahresmittel: 7.94″; mittlere Höhe der Protuberanzen 1891: 25.85″, 1892: 28.84″, mittlere Ausdehnung der Protuberanzen in Bogen: 1891: 14° 41′, 1892: 30° 49′; höchste Protuberanz: 1891: 64.76″, 1892: 81.92″.

**Die totale Sonnenfinsternis am 16. April 1893.** Über die Beobachtungsergebnisse der französischen Expedition, die zu Joal am Senegal stationiert war, hat Dr. Pasteur vom Observatorium zu Meudon berichtet[3]). Es wurden 9 photographische Bilder der Korona mit 9 Objektiven erhalten, welche ungefähr dieselbe Brennweite (1.5 *m*) hatten, aber verschiedene, zwischen 155 und 5 *mm* variierende Öffnungen. Diese 9 Objektive wurden gleichzeitig beim Beginne der Totalität geöffnet und kurz vor dem Ende geschlossen, so dass die Dauer der Exposition für alle Apparate $3^m\ 50^s$ betragen hat. Unter diesen Umständen sind die Bilder der Korona entstanden, entsprechend „photographischen Wirkungen", welche wie die Glieder einer geometrischen Progression variieren, deren Exponent 2.45 ist, und deren äusserste Glieder 250 und 0.25 betragen. Das hellste Bild war also 1000 mal stärker als das am wenigsten helle. Mittels dieser Verwendung von 9 Objektiven erhielt man 9 vergleichbare Bilder der Korona, die mehr oder weniger ausgedehnt waren, je nach der Grösse der photographischen Wirkungen, durch welche sie entstanden waren.

Wie man vorhergesehen, sind die Bilder der lichtreichsten Objektive nicht die besten, weil auf diesen Bildern die wenig intensiven,

---

1) Astronomy and Astrophysics Nr. 109.
2) Observatory Nr. 199. p. 134.
3) Compt. rend. 1893. 117. p. 24.

äussersten Teile der Korona mit dem Bilde des Himmels verschwimmen, während die sehr hellen, tiefsten Teile überexponiert sind. Hieraus ergiebt sich ein wenig ausgedehntes Bild ohne Einzelheiten und Kontraste. Die Objektive kleinsten Durchmessers andererseits haben nur die tiefen Partien der Korona zur Darstellung gebracht. Kurz, die Prüfung der 9 Bilder zeigt, dass eine „photographische Wirkung“ gleich 4 ausreicht, um eine möglichst vollständige Darstellung der Korona zu erhalten. Diese photographische Wirkung gleich 4 hätte man erhalten können, wenn man sechs Sekunden exponiert hätte mit einem Objektive, dessen Brennweite 12-mal so gross ist wie seine Öffnung.

Die Struktur der Korona hat nicht das Aussehen dargeboten, das man zu finden erwartet hatte. In allen vorhergehenden Finsternissen waren die Büschel der Korona ziemlich symmetrisch zu der Axe angeordnet, welche bis auf wenige Grade mit der Rotationsaxe der Sonne zusammenfällt. Diese Symmetrie, welche sehr ausgesprochen ist zur Zeit der Sonnenfleckenminima, ist freilich weniger auffallend in den Epochen der Maxima der Sonnenthätigkeit. Aber im letzten April bot die Korona, anstatt zur Sonnenaxe symmetrisch zu sein, eine sehr deutliche Symmetrieaxe in der Richtung des Sonnenäquators dar. Eine solche Struktur ist sehr selten, und die Korona von 1882, welche gleichfalls in einer Zeit der Fleckenmaxima beobachtet wurde, ist die einzige, welche einen ähnlichen Charakter zeigt, wenn auch weniger deutlich.

Die Theorien, welche Schäberle und Bigelow zur Erklärung der Korona aufgestellt haben (von denen die eine die Koronabüschel als Wirkung der Sonnenrotation, die andere als Wirkung der Kraftlinien der Sonnenelektrizität auffasst), sind somit als falsch erwiesen, denn die Voraussagen dieser Astronomen betreffs der Struktur der Korona haben sich nicht bestätigt.

Zwei photographische Spektroskope waren während der Dauer der Totalität in Thätigkeit. Das eine hat ein Spektrum gegeben, das man mit Erfolg hat untersuchen können. In dem der Sonne benachbarten Teile ist das Spektrum sehr intensiv, und man findet dort folgende helle Linien: Die Heliumlinie ($D_3$), die Koronalinie (1474), die Linien H und K und 10 Wasserstofflinien, von denen drei im sichtbaren Teile des Spektrums liegen (F, $G_1$, h) und sieben im Ultraviolett. Über diesem intensiven Spektrum und in der am stärksten aktinischen Gegend, zwischen F und H, findet sich ein anderes viel schwächeres Spektrum, in dem man ausser den eben angegebenen Linien noch die hauptsächlichsten Fraunhofer'schen Linien des Sonnenspektrums findet. Eine selbst oberflächliche Untersuchung des Spektrums genügt, um das Erkennen von fünfzehn dieser Linien zu ermöglichen. Die Anwesenheit der Fraunhofer'schen Linien in der Photographie des Koronaspektrums bestätigt die älteren Beobachtungen, aus denen man das Vorhandensein von reflektiertem Sonnenlichte in der Korona erschlossen hatte.

Das für diese Beobachtungen benutzte Spektroskop hatte zwei Prismen aus leichtem Flintglase, und das Objektiv, welches das Bild des Spektrums erzeugte, hatte 40 *mm* wirksame Öffnung und 40 *cm* Fokus. Der Spalt war in der Richtung des Sonnenäquators eingestellt, so dass man das Spektrum der Korona im Osten und Westen der Sonne erhielt. Die photographischen Platten waren für Grün und Gelb empfindlich.

Um die aktinische Intensität des Phänomens zu messen, hat man dem Lichte der Korona $235^s$ lang empfindliche Platten exponiert, welche hinter verschieden stark gefärbten Schirmen standen. Diese Schirme waren am Boden weiter Röhren angebracht und empfingen nur das Licht, das ausstrahlte von einem Himmelsquadrate von $6^0$ Seite, welches den Mond in seiner Mitte hatte. Nach der Heimkehr der Expedition wurde derselbe Versuch wiederholt, und empfindliche Platten wurden hinter denselben Schirmen dem Lichte der Amylacetatlampe exponiert. Hierbei stellte sich heraus, dass man, um dasselbe Resultat zu erhalten wie von dem Koronalichte, die Platten in 1 *m* von der Lampe etwa $800^s$ lang exponieren musste. Aus diesem Ergebnisse folgt, dass das von der Korona ausgestrahlte Licht ziemlich gleich war der Lichtmenge, welche auf 1 *m* Entfernung ausgestrahlt wird von einer Lichtquelle, die $3\frac{1}{2}$-mal intensiver ist, als die Vergleichslampe. Aber diese Auswertung der aktinischen Intensität der Korona lässt notwendigerweise viel zu wünschen übrig, denn der Himmel war während der Dauer der Finsternis durch leichte Wolken verschleiert, und infolge dessen zeigte sich das Phänomen nicht in seiner vollen Intensität.

Dieselbe Finsternis ist von J. M. Schaeberle zu Mina Bronces in Chile ($28^0$ 27′ südl. Br. und 6600′ Seehöhe) beobachtet worden[1]). Derselbe hat 8 Negative der Sonnenkorona erhalten. Die Korona wurde schon dargestellt, als noch einige Minuten bis zum zweiten Kontakte fehlten, und ebenso erscheint sie auf einer Platte, die etwa $\frac{1}{4}$ Minute nach der Totalität exponiert wurde. Schaeberle kommt zu dem Ergebnisse, dass die Materie, welche die Korona bildet, anscheinend von ziemlich gleichförmiger Zusammensetzung und viel weniger dicht ist als die Materie der Protuberanzen. Ferner, dass diese Koronamaterie in einer Art kontinuierlicher Ströme geordnet ist, und dass sich jeder zurückfliessende Strom der inneren Korona deutlich als Teil einer Ellipse erkennen lässt, deren grosse Axe durch das Sonnenzentrum geht und anzeigt, dass die Materie diese Ströme von der Sonne ausgeworfen und ihrer Anziehung unterworfen ist. Die symmetrische Form zeigt ferner, dass diese äusserst dünne Materie keinen wahrnehmbaren Widerstand ihrer Bewegung seitens einer Sonnenatmosphäre erhalte. Die sichtbaren zurückkehrenden Ströme dieser Materie erheben sich bis zu 200000 engl. Meilen oder selbst noch höher über die Sonnenoberfläche. Die äussersten

[1]) Publ. Astr. Soc. of Pacific **5.** Nr. 31. p. 139.

Teile der Korona bestehen nach Schaeberle aus mehr radialen Strömen, die aber sonst völlig denjenigen der gekrümmten und zurückkehrenden Ströme der inneren Korona gleichen. Im allgemeinen glaubt Schaeberle, dass seine Beobachtungen nicht gegen seine früher aufgestellte „mechanische Theorie“ der Sonnenkorona sprechen, und behält sich eine genauere Diskussion vor.

**Über die Ursache der Sonnenflecken** verbreitet sich Egon v. Oppolzer [1]. „Jede Sonnenfleckentheorie,“ bemerkt er, „muss als unvollkommen angesehen werden, wenn sie nicht die Erscheinungen, die mit dem Wesen und der Ursache der Flecken so eng verknüpft sind, nämlich die Periodizität und die heliographische Verteilung der Flecken, aus sich erklärt. Dies lässt sich aber von keiner der bis jetzt aufgestellten Theorien behaupten, so äussert sich Young über dieses Problem; es muss aber auch jede solche Theorie als unvollkommen angesehen werden, wenn sie nicht auch die eigentümliche Rotation der Sonnenbreiten verständlich macht, denn diese geht ja Hand in Hand mit der Häufigkeit und Verteilung der Flecken.“

Verf. spricht sich nun in folgender Weise über das Wesen der Sonnenflecken aus: „Die Flecken und vor allem ihr Kern sind Gas- und Dampfmassen, die durch ihre niedrigere Temperatur eine verstärkte Absorption des von der Photosphäre ausgestrahlten Lichtes ausüben. Diese offenbart sich im Fleckenspektrum, was zuerst Young [2] und neuerdings Dunér [3] entdeckt hat, neben der Verstärkung und Verbreiterung vieler Linien des Sonnenspektrums durch das Auftreten unzählig vieler dicht nebeneinander stehender Linien, die im gewöhnlichen Sonnenspektrum wegen ihrer Feinheit und Blässe nicht zum Vorscheine kommen, und deren Unbeweglichkeit auf grosse Ruhe in den absorbierenden Massen schliessen lässt, so dass sich Dunér aus diesem Grunde mehr der Secchi'schen als der Faye'schen Hypothese zuneigt. Dass die Flecken in der Photosphäre eingesenkt sind oder, und es genügt für unsere Frage, eingesenkt sein können, ist auch als eine genügend erhärtete Thatsache anzusehen. Selbst Spörer sieht sich in seiner letzten Sonnenfleckenbeobachtungen-Publikation [4] dies anzunehmen veranlasst, wenn er schreibt: „Für diese Flecken muss angenommen werden, dass die scheinbare Kernoberfläche entschieden tiefer lag, als es durchschnittlich der Fall ist, wenn man nicht in diesen und anderen Fällen die Abweichungen allein den Beobachtungsfehlern oder den Gestaltsverhältnissen der Flecken zuschreiben will.“ Fassen wir alle diese Ergebnisse zusammen, so ergiebt sich folgendes Bild eines Fleckes: In den kondensierten Dämpfen der Photosphäre ist eine Einsenkung,

---

[1]) Astron. Nachr. **132.**
[2]) Young, Amer. Journ. of Science [3] **25.**
[3]) Dunér, Nov. acta reg. soc. Ups. [3] **14.** p. 12.
[4]) Spörer, Publ. d. Astroph. Obs. zu Potsdam **4.** Stck. 4. 1886.

auf deren Boden eine erkaltete Dampfschicht liegt. Wie ist denn überhaupt erklärlich, dass sich eine derartige Vertiefung von einigen hundert Meilen in diesen kondensierten Dampfmassen bilden und dazu noch monatelang bestehen bleiben kann, und ebenso dass sich eine derartige Temperaturdifferenz zwischen dieser erkalteten Dampfschicht und der Photosphäre ebenso lange erhält? Eine derartige Vertiefung ist nur denkbar, wenn sich in derselben Gase oder Dämpfe von höherer Temperatur befinden, die eine Kondensation der photosphärischen Dämpfe verhindern. Wir müssen also in einem Flecke eine extreme Temperaturumkehrung vor uns haben; dafür sprechen ja das häufige Schmälerwerden der Linien, welche in die höchsten Regionen der Chromosphäre hinaufragen, und deren häufige Umkehrung; dafür die jüngst angestellten Beobachtungen Frost's, dass Flecken gelegentlich wärmer sein können, als die sie umgebende Photosphäre [1]). Über der abgekühlten Dampfschicht herrscht eine für die betreffende Höhe über der Sonnenoberfläche anormale Hitze; dies lässt sich und nur ganz ungezwungen durch einen von der Chromosphäre niedergehenden atmosphärischen Strom erklären. Über die Wirkung eines solchen kann die neue Meteorologie vollkommen Aufschluss geben; vor allem sind es die grundlegenden Arbeiten Hann's [2]) auf diesem Gebiete, denen ich Gedanke für Gedanke hier folgen will. Nach diesen ergiebt sich für einen absteigenden Luftstrom folgendes:

Die mittlere Temperatur der Luftsäule, in welcher die nach abwärts gerichtete Bewegung auftritt, ist hoch über dem gewöhnlichen Mittel; die Luft ist darin von ausserordentlicher Klarheit und Trockenheit. In einer gewissen Entfernung von der Erdoberfläche muss die absteigende Bewegung natürlich aufhören und in eine ebenso langsame horizontale übergehen; in diesem Teile ihrer Bahn erkaltet die Luft durch Wärmestrahlung, welche durch die gleichzeitige Heiterkeit und Trockenheit der höheren Luftschichten ausserordentlich begünstigt wird. Infolge dieser starken Erkaltung entstehen jene dichten Bodennebel, welche bei dem Eintreten derartiger Verhältnisse die Niederungen erfüllen. In der sinkenden Luftsäule herrscht ein anormaler hoher Luftdruck.

Haben wir hier nicht nach den obigen Erörterungen ein fast vollständiges Analogon? Die Klarheit der Photosphäre, die Ruhe der tieferen Schichten und deren intensive Erkaltung! Nachdem noch zur Genüge durch Beobachtungen bewiesen ist, dass eine aus der Höhe auf den Fleck hin gerichtete Bewegung stattfindet, — ja es hat sogar Spörer zahlreiche Fälle beobachtet, bei denen derartige Ströme den Fleck geradezu hervorriefen [3]) — so scheinen wir zu einer derartigen Erklärung der Flecken gezwungen, wenn wir noch

[1]) Frost, Astron Nachr. Nr. 3105/6. p. 143.

[2]) Hann, Zeitschr. f. Meteorol. **10.** p. 210. **11.** p. 129—135. Denkschr. d. W. Ak. d. Wiss. **57.**

[3]) Spörer, Publ. d. Astroph. Obs. z. Potsdam **1.** p. 79.

dazu bedenken, dass auf der Sonne diese Wirkungen von viel grösserer Intensität begleitet sein müssen als wie auf unserer Erde. Der grösste Teil der von der Photosphäre ausgehenden Strahlung wird von den auf ihr liegenden Gasen und Dämpfen absorbiert, und vor allem spielen dabei die am tiefsten lagernden Metalldämpfe mit ihren zahlreichen Linien die grösste Rolle; die höheren Schichten der Chromosphäre bestehen aus Gasen und Dämpfen von verhältnismässig geringem Absorptionsvermögen, dazu gehört das Helium, der Wasserstoff, das Natrium und Calcium. Einen Strom, der hauptsächlich aus diesen letzteren Stoffen besteht, und Dämpfe, so z. B. Eisendämpfe, nur in stark überhitzter Form mit sich führt, will ich „trocken" nennen, im Gegensatze zu solchen Strömen, welche mit Dämpfen gesättigt sind und „feuchte" heissen sollen. Steigt nun so ein feuchter Strom aus der Photosphäre in die Chromosphäre auf, und senkt er sich natürlich als trockener irgendwo wieder herab, so wird er eine viel höhere Temperatur mitbringen als diejenige war, mit welcher er die Photosphäre verlassen hat; dies rührt daher, weil er bei seinem natürlich mit Abkühlung verbundenen Aufstiege fortwährend Dämpfe kondensieren muss, die ihm dadurch ihre Kondensationswärme zuführen und dadurch die Abkühlung stark verzögern [1]). Absteigende Ströme sind daher immer mit grosser Hitze und Trockenheit verbunden, da die Dämpfe, die sie etwa nur in starker Überhitzung enthalten, keinen nennenswerten Einfluss üben. Trifft daher ein solcher Strom auf die Photosphäre, in die er sich noch fortsetzt, so wird er infolge seiner bedeutend höheren Temperatur die hier lagernden kondensierten Dämpfe auflösen, dieselben mit sich wegführen und durch fortwährendes Zuströmen grosse Trockenheit in seiner Bahn hervorrufen; die Folge davon wird eine an dieser Stelle auftretende Klärung der Photosphäre sein, die einer trichterförmigen Vertiefung gleichen muss; schliesslich wird der vertikale Strom sich in horizontale Ströme verzweigen, und unterhalb dieser Verzweigungsstelle, wo die Gase stagnieren müssen, haben wir jetzt geeignete Bedingungen zu einer mächtigen Ausstrahlung; hier erfolgt eine beträchtliche Temperaturerniedrigung, welche die als Kernfleck auftretende Gas- oder Dampfschicht erzeugt. Die Wände des Trichters erleiden natürlich auch eine Ausstrahlung, jedoch in viel geringerem Masse, da sie ja gegen die Sonnenoberfläche geneigt sind, und bilden den Hof des Fleckes."

Wie diese Theorie die Rotation und heliographische Verteilung der Flecken zu erklären vermag, begründet Verf. mit folgendem: „Wenn wir die Sonnenflecken als Gebiete niedergehender Ströme auffassen, die naturgemäss irgendwo anders aufsteigende erfordern, so deutet dies auf einen gemeinsamen Ursprung hin, der zwar am Äquator vermutet werden kann, aber nicht dort, sondern in den polaren Regionen zu suchen ist, da eine

---

[1]) Eine gesättigt-feuchte aufsteigende Luft erleidet für 1000 *m* bei 10° eine Wärmeabnahme von 0.54°, eine trockene eine solche von fast genau 1°, also beinahe die doppelte einer feuchten.

Fleckenzone in niederen Breiten, auch ganz am Äquator ziehen kann, während in den höheren Breiten — und dies ist ja um die Zeit des Minimums immer der Fall — schon ein neuer, kräftiger Fleckenzug beginnt. In den polaren Regionen herrschen aufsteigende Ströme wie in unserer Erdatmosphäre am Äquator, die in einer gewissen Höhe als horizontale Ströme gegen die niederen Breiten in langgezogenen Spiralen ziehen, wo sie als Ostwinde auftreten und, wenn sie sich senken, als Flecken. Bis ein Stromzweig vom Pole nach den niederen Breiten gelangt, können Monate, vielleicht Jahre vergehen, dies hängt von der Geschwindigkeit des Aufstromes ab. Denkt man sich den polaren Aufstrom in seiner Intensität bald wachsend, bald abnehmend, so ergiebt sich, wie leicht einzusehen ist, die Ursache der heliographischen Verteilung der Flecken: Wenn er zur Zeit des Minimums anwächst, so werden sich zu dieser Zeit die Flecken schon in höheren Breiten senken; mit seiner stetig anwachsenden Intensität wird er bewirken, dass die niederen Breiten von Flecken übersäet werden; es wird das Fleckenmaximum eintreten, und der Strom kann schon fast erloschen sein; die Flecken werden in höheren Breiten verschwinden, während die um die Sonne noch kreisenden Ostwinde sich schliesslich als Minimumflecken in der Nähe des Äquators senken werden; einstweilen beginnt schon wieder das frühere Spiel. Dieser Aufstrom erklärt also die heliographische Verteilung in äusserst einfacher Weise, aber zugleich auch die eigentümliche Rotation der Sonnenbreiten. Die von den Polen herabkommenden Ströme bringen kleine Geschwindigkeiten und mithin kleine Rotationswinkel mit, da nach Zöppritz[1] und Wilsing[2]) die Reibung an den unteren Schichten von sehr geringem Einflusse ist, und behalten sie demnach auch lange Zeit; wenn sie aber die Sonne einige Male umkreist haben, so wird sich doch ein solcher Einfluss geltend machen, der bewirkt, dass die in den niederen Breiten herrschenden Ostwinde einen grösseren täglichen Rotationswinkel zeigen als die in höheren Breiten auftretenden, die der Reibung viel weniger ausgesetzt waren[3]). Auch die Erscheinungen auf der Sonnenoberfläche sprechen mit grosser Wahrscheinlichkeit für einen an den Polen vorhandenen Aufstrom: Die polaren Regionen sind die Kalmen der Sonne; die oft riesige Dimensionen namentlich in horizontaler Richtung zeigenden Wolkenprotuberanzen, deren durchschnittliche Höhe die aller anderen übertrifft, die über der Photosphäre frei schweben und sich doch ohne sichtbaren Zusammenhang „von unten her erneuern", zwar hier und da durch kleine Säulen verbunden, erhalten sich hauptsächlich in der Nähe der Pole während einer ganzen Umdrehung und scheinen doch für diese Hypothese zu sprechen. Wenn nicht die höhere Temperatur der Pole die Ursache dieses Polstromes ist, so müsste dieser jedenfalls die Pole erwärmen Die Pole werden also zu gewissen Zeiten heisser als die äquatorialen Gegenden sein; dies wird, wenn überhaupt nachweisbar, zur Zeit des Minimumjahres, wenn der Fleckenzug in höheren Breiten beginnt, am stärksten hervortreten. Für diese Behauptung spricht das sonst ganz rätselhafte Verhalten der Chromosphäre, dass sie zu jener Zeit „Anhäufungen" an beiden Polen zeigt, während sie das Jahr vor dem Minimum eine bezüglich ihrer Höhe über alle Breiten sich erstreckende Konstanz zeigt. Es erscheint durch diese Sonnenfleckentheorie das Problem der Rotation der Sonne, der Häufigkeit der Flecken, sowie ihrer heliographischen Verteilung auf ein einziges zurückgeführt zu sein, nämlich auf das Problem eines in den polaren Gegenden periodischen Aufstromes."

---

[1]) Zöppritz, Wied Ann. 1878. **3.** p. 582.

[2]) Wilsing, Astrono. Nachr. Nr. 3039 p 233.

[3]) Es ist dies derselbe Gedanke welcher der Rotationstheorie Zöllner's zu grunde liegt.

## Planeten.

**Planetoidenentdeckungen.** Nach der Zusammenstellung von Paul Lehmann [1]) sind die folgenden Planeten aus der Gruppe zwischen Mars und Jupiter 1892 entdekt worden:

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| (324) | | am | 25. Febr. | von | J. Palisa | in | Wien |
| (325) | Heidelberga | „ | 4. März | „ | M. Wolf | „ | Heidelberg |
| (326) | Tamara | „ | 19. März | „ | J. Palisa | „ | Wien |
| (327) | Columbia | „ | 22. März | „ | A. Charlois | „ | Nizza |
| (328) | Gudrun | „ | 18. März | „ | M. Wolf | „ | Heidelberg |
| (329) | Svea | „ | 21. März | „ | M. Wolf | „ | Heidelberg |
| (330) | Ilmatar | „ | 19. März | „ | M. Wolf | „ | Heidelberg |
| (331) | | „ | 1. April | „ | A. Charlois | „ | Nizza |
| (332) | Siri | „ | 19. März | „ | M. Wolf | „ | Heidelberg |
| (333) | Badenia | „ | 22. Aug. | „ | M. Wolf | „ | Heidelberg |
| (334) | | „ | 23. Aug. | „ | M. Wolf | „ | Heidelberg |
| (335) | Roberta | „ | 1. Sept. | „ | Staus | „ | Heidelberg |
| (336) | | „ | 19. Sept. | „ | A. Charlois | „ | Nizza |
| (337) | | „ | 22. Sept. | „ | A. Charlois | „ | Nizza |
| (338) | | „ | 25. Sept. | „ | A. Charlois | „ | Nizza |
| (339) | Dorothea | „ | 25. Sept. | „ | M. Wolf | „ | Heidelberg |
| (340) | | „ | 25. Sept. | „ | M. Wolf | „ | Heidelberg |
| (341) | | „ | 25. Sept. | „ | M. Wolf | „ | Heidelberg |
| (342) | | „ | 17. Okt. | „ | M. Wolf | „ | Heidelberg |
| (343) | | „ | 15. Nov. | „ | M. Wolf | „ | Heidelberg |
| (344) | | „ | 15. Nov. | „ | A. Charlois | „ | Nizza |
| (345) | | „ | 23. Nov. | „ | A. Charlois | „ | Nizza |
| (346) | | „ | 25. Nov. | „ | A. Charlois | „ | Nizza |
| (347) | | „ | 28. Nov. | „ | A. Charlois | „ | Nizza |
| (348) | | „ | 28. Nov. | „ | A. Charlois | „ | Nizza |
| (S) | | „ | 8. Dez. | „ | A. Charlois | „ | Nizza |
| (349) | | „ | 9. Dez. | „ | A. Charlois | „ | Nizza |
| (350) | | „ | 14. Dez. | „ | A. Charlois | „ | Nizza |
| (351) | | „ | 16. Dez. | „ | M. Wolf | „ | Heidelberg |

Der Planet 1892 S ist nur ca. 4 Tage beobachtet und deshalb von der Numerierung ausgeschlossen worden [2]).

Nach Prof. Tietjen ist [3]) Planet 1893 Q identisch mit Nr. 104, Z identisch mit Nr. 175, AF identisch mit Nr. 158, AG identisch mit Nr. 107.

Der Planet 1893 S ist nach Dr. Berberich [4]) identisch mit dem von Wolf 1891, Nr. 28, aufgefundenen.

Benennungen haben erhalten folgende Planeten: 305 Gordonia, 307 Nike, 308 Polyxo, 310 Margarita, 311 Claudia, 312 Pieretta, 314 Rosalia, 316 Goberta, 317 Roxane, 320 Katharina, 322 Phaeo, 323 Brucia, 328 Gudrun, 330 Ilmatar, 332 Siri, 333 Badenia, 335 Roberta, 339 Dorothea, 349 Dembowska.

---

[1]) Vierteljahrsschrift der Astron Gesellschaft 1893. p. 123 u. ff.
[2]) Astron. Nachr. Nr. 3155.
[3]) Astron. Nachr. Nr. 3194.
[4]) Astron. Nachr. Nr. 3188.

Im Jahre 1893 sind folgende Planeten entdeckt und haben bestimmte Nummern erhalten:

| | | | | | | Nr. | | | | | | | Nr. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1893 | A | 17. | Januar | v. | Charlois | (354) | 1893 | U | 19. | März | v. | Charlois | |
| | B | 12. | „ | „ | Wolf | (352) | | V | 21. | „ | „ | „ | (365) |
| | C | 16. | „ | „ | „ | | | W | 21. | „ | „ | „ | (366) |
| | D | 12. | „ | „ | „ | | | X | 18. | „ | „ | Wolf | |
| | E | 20. | „ | „ | Charlois | (355) | | Y | 14. | „ | „ | „ | |
| | F | 16. | „ | „ | Wolf | (353) | | Z | 18. | Mai | „ | Charlois | |
| | G | 21. | „ | „ | Charlois | (358) | | AA | 19. | „ | „ | „ | (367) |
| | H | vielleicht identisch mit G | | | | | | AB | 19 | „ | „ | „ | (368) |
| | I | 11. | Februar | v. | Charlois | (357) | | AC | 14. | Juli | „ | „ | (370) |
| | K | 8. | März | „ | „ | (358) | | AD | 16. | „ | „ | „ | (371) |
| | L | 9. | „ | „ | „ | (359) | | AE | 5. | „ | „ | Borelly | (369) |
| | M | 10. | „ | „ | „ | | | AF | 11. | Aug. | „ | Charlois | |
| | N | 11. | „ | „ | „ | (360) | | AG | 17. | „ | „ | „ | |
| | O | 11. | „ | „ | „ | | | AH | 19. | „ | „ | „ | (372) |
| | P | 11. | „ | „ | „ | (361) | | AJ | 15. | Sept. | „ | „ | |
| | Q | 16. | „ | „ | Wolf | | | AK | 18. | „ | „ | „ | |
| | R | 12. | „ | „ | Charlois | (362) | | AL | 18. | „ | „ | „ | |
| | S | 17. | „ | „ | „ | (363) | | AM | 18. | „ | „ | „ | |
| | T | 19, | „ | „ | „ | (364) | | AN | 20. | „ | „ | „ | |
| | | | | | | | | AO | 6. | Nov. | „ | Wolf | |

Fernerhin wird die provisorische Bezeichnung der Planeten durch Buchstaben ohne Rücksicht auf die Unterbrechung durch den Jahresanfang weiter geführt werden [1]).

**Über die Auffindung von kleinen Planeten auf der Sternwarte zu Nizza durch Charlois** bemerkt Prof. Perrotin folgendes: Charlois hat im ganzen 37 Planetoiden aufgefunden, darunter elf mittelst der Photographie. Um letztere zu entdecken, sind 28 Clichés genommen worden, von denen jedes eine Fläche des Himmels überdeckt, die 11 Quadratgrade umfasst. Abgesehen von den mehreren Clichés gemeinsamen Partien am Rande, stellen die sämtlichen Platten einen Streifen des Himmels dar, welcher 280° Länge und 10° bis 11° Breite umfasst. Ausser den neu entdeckten 11 Planetoiden sind auf den Clichés noch zwanzig andere bereits bekannte Asteroiden gefunden worden. Die photographische Aufnahme einer Platte erfordert $2^1/_2$ bis 3 Stunden Exposition und darauf eine zweistündige Untersuchung des Clichés, die aber mit aller Ruhe im Zimmer vorgenommen werden kann; die ganze Arbeit umfasst also 5 Stunden höchstens. Bei der direkten Beobachtung würden nicht weniger als 16 Abende, jeder zu 5 Stunden Beobachtung erforderlich sein, um die nämliche Arbeit zu leisten, jedoch bei sehr viel geringerer Sicherheit und Aussicht auf Erfolg. Sonach bedarf man heute, mit Hilfe der Photographie, nur 3 Stunden heiteren Himmels, um beim Forschen nach einem Planeten eben so viel zu leisten als früher bei 80 stündiger Arbeit.

---

[1]) Astron. Nachr. Nr. 3194.

**Helligkeitsbestimmungen der Hauptplaneten und einiger Asteroiden.** Auf dem astrophysikalischen Observatorium zu Potsdam hat Dr. G. Müller nach vieljährigen Beobachtungen eine überaus wichtige Arbeit über die Helligkeit der Planeten vollendet und publiziert [1]), welche eine längst gefühlte Lücke ausfüllt. In der That sind genaue photometrische Untersuchungen der Planeten für die Forschung nach den physischen Zuständen der Glieder unseres Sonnensystemes und selbst für die Beantwortung gewisser Fragen, welche die Sonne selbst betreffen, von grösster Wichtigkeit.

Die Beobachtungen wurden so angestellt, dass gleichzeitig mit dem Planeten die Helligkeit eines benachbarten Fixsternes von ähnlicher Lichtstärke photometrisch bestimmt wurde. Die Helligkeit der Vergleichssterne wurde aus gegenseitigen Bestimmungen abgeleitet. Alle Helligkeiten sind in Sterngrössen angegeben, wobei der Polarstern = 2.15 Grösse als Normalstern diente. In dieser Skala ist ein Stern von der Helligkeit des Aldebaran = 1. Grösse, hellere Sterne stellen sich also als über 1. Grösse dar, und Dr. Müller hat deshalb nach der helleren Seite hin die Sterne als 0., —1., —2., —3. u. s. w. Grösse angesetzt. Nimmt man die Helligkeit des Aldebaran zur Einheit und setzt voraus, dass jede hellere Grössenklasse 2.51 mal soviel Licht ausstrahlt als die vorhergehende, so hat ein Stern 0. Grösse also 2.51 mal soviel Licht als ein Stern 1. Grösse, ein Stern —1. Gr. 6.3 mal, ein Stern —2. Gr. 15.8 mal soviel Licht u. s. w. Von den bei uns sichtbaren Fixsternen ist in dieser Grössenskala nach Müller: Sirius —1.09 Grösse, Arktur 0.08 Gr., Wega 0.22 Gr., Capella 0.27 Gr., Rigel 0.37 Gr., Procyon 0.56 Gr., Altair 0.96 Gr., Aldebaran 0.99 Gr., Pollux 1.35 Gr., Deneb 1.43 Gr., Regulus 1.57 Gr., Castor 1.78 Grösse.

M e r k u r. Über die photometrischen Beobachtungen dieses Planeten ist zu bemerken, dass seine scheinbare Helligkeit um 2.5 Grössenklassen schwankt, und zwar unter dem Einflusse der Lichtphase.

Bei der V e n u s konnte bei Phasenwinkeln zwischen 22.5 und 157.5$^0$ beobachtet werden (wobei unter Phasenwinkel stets der Winkel am Planeten in dem Dreiecke Sonne, Planet, Erde verstanden wird). Die Helligkeit schwankt hierbei zwischen —3.0 und —4.5 Grösse, also zwischen dem 6- und 25-fachen der Helligkeit des Sirius. In der oberen Kulmination, wo also der Phasenwinkel gleich Null ist, und Venus, wenn sie gesehen werden könnte, uns ihre voll erleuchtete Scheibe zeigen würde, ist ihre Helligkeit —3.525 Grösse (10-mal so hell als Sirius), was mit den Berechnungen aus den früheren Beobachtungen von Zöllner und Seidel aus den Jahren 1852 und 1865 sehr gut übereinstimmt. Nachweisbare wirkliche

[1]) Publikation des astrophysikalischen Observatoriums zu Potsdam 8. Nr. 30. Stück 4

Lichtschwankungen haben also während dieser Zeit bei der Venus nicht stattgefunden.

Mars zeigt vor und nach der Opposition eine merkliche Phase, doch überschreitet dieselbe nie 50°. Infolge seiner sehr ungleichen Entfernungen von der Erde (und Sonne) sind aber seine Helligkeitsunterschiede sehr erheblich. Reduziert auf die mittlere Opposition ist seine Maximalhelligkeit = —2.0 Grösse, die Minimalhelligkeit —1.0 Grösse, jene bei der Phase 0°, diese bei der Phase 50°. Die mittlere Oppositionshelligkeit ist nach Müller —1.79 Grösse, was mit Zöllner's Bestimmung —1.87 (für 1864) gut übereinstimmt. Indessen hat Dr. Müller die Helligkeit des Mars zu Anfang der achtziger Jahre merklich grösser gefunden als 1877 bis 1880, eine Erscheinung, die auch bei Jupiter und Uranus deutlich wiederkehrt. Das Maximum der Helligkeit fällt nahe mit dem Sonnenfleckenmaximum zusammen, und Müller hält eine kausale Beziehung für wohl möglich. Man müsste dann schliessen, dass die Sonne zur Zeit der stärksten Thätigkeit etwa 10 % mehr Licht ausstrahle als zur Zeit der Ruhe; die Helligkeit der Fackeln müsste also das Lichtdefizit der Flecken mehr als ausgleichen.

Jupiter hat merkliche Schwankungen der mittleren Helligkeit gezeigt. Ausser den Helligkeitsänderungen, die beim Jupiter in den Mittelwerten der einzelnen Messungsreihen hervortreten, finden sich noch innerhalb der Reihen mitunter stark abweichende Werte, die sich allerdings auf Beobachtungsfehler zurückführen lassen, möglicherweise aber durch Vorgänge auf dem Planeten selbst erklärt werden könnten. Ein Zusammenhang mit der Rotation des Planeten, woran man denken könnte, scheint nicht angedeutet. Wenn in den Beobachtungen der Jahre 1878 und 1879 die Zwischenzeiten zwischen den Tagen, wo die grössten Helligkeiten gefunden sind, sehr nahe mit Vielfachen der Rotationsdauer übereinstimmen, so ist dies wohl als Zufall anzusehen; für die anderen Reihen lässt sich jedenfalls ein solcher Zusammenhang nicht nachweisen, und es würden sehr genaue Messungen innerhalb kürzerer Zeitintervalle erforderlich sein, um sichere Schlüsse in dieser Beziehung verbürgen zu können.

Ein etwaiges eigenes Licht Jupiters macht sich in den Messungen nicht bemerkbar, auch ein Einfluss der Phase (höchstens 12°) ist nicht nachweisbar.

Beim Saturn sind die Lichtverhältnisse wegen des Ringes recht kompliziert. Ein Phaseneinfluss ist in allen Jahren, in denen genügend viele Beobachtungen angestellt sind, deutlich ausgesprochen, allein eine viel stärkere Helligkeitsänderung macht sich von Jahr zu Jahr geltend; sie hängt ab von der wechselnden Lage der Ringebene gegen die Linie Saturn—Erde.

Wenn der Ring am breitesten ist, glänzt der Planet in der mittleren Opposition etwas heller als Arktur; dagegen sinkt er auf die Helligkeit des Aldebaran herab, wenn der Ring verschwunden ist. Bei diesen verwickelten Verhältnissen lässt sich

über Grössenschwankungen, wie sie bei Mars und Jupiter in verschiedenen Jahren hervortraten, nichts Sicheres sagen, wiewohl um 1883 bis 1885 die reduzierten Oppositionsgrössen etwas heller erscheinen (0.86) als vor 1880 (0.90), 1880 bis 1883 (0.88) und wieder um 1886 bis 1888 (0.90 Grösse). Seidel hat von Saturn acht Grössenmessungen ausgeführt; drei vom Jahre 1852 geben die mittlere Oppositionsgrösse 1.16 ± 0.07, die übrigen (1857 und 1858) geben 0.97 ± 0.02, 14 Beobachtungen von Zöllner (1862 bis 1865) geben 0.95 Grösse, während nach einer Formel die von Dr. Müller bestimmte Grösse 0.88 ist.

Bei dem Planeten Uranus zeigt sich wieder, nachdem die gemessenen Helligkeiten auf mittlere Entfernung reduziert sind, eine sehr auffallende reelle Lichtzunahme zwischen 1880 und 1884. Die mittleren Oppositionsgrössen ergeben sich nämlich:

| | |
|---|---|
| 1878 : h = 5.91 | 1884 : h = 5.85 |
| 1879 : h = 5.90 | 1885 : h = 5.91 |
| 1880 : h = 5.69 | 1886 : h = 5.99 |
| 1881 : h = 5.68 | 1888 : h = 5.98 |

Parkhurst hat auf der Harvardsternwarte im Jahre 1880 h = 5.68, 1881 h = 5.53 und 1888 h = 5.85, also ähnlich variabel gefunden. Der Uranus hat eine starke Abplattung, seine Rotationsaxe liegt aber parallel der Bahnebene, so dass wir zuweilen die Scheibe ganz rund sehen, wenn nämlich Uranus so steht, dass sein einer Pol in der Mitte der Scheibe liegt, und der Äquator den Rand bildet. Zwanzig Jahre später liegen aber die Pole am Rande der Scheibe, und der Äquator geht durch deren Mitte; dann sehen wir den Uranus stark abgeplattet und seine Fläche kleiner. Aus diesen Verhältnissen hat Prof. Seeliger auf die Möglichkeit einer Helligkeitsschwankung geschlossen; die Messungen Müller's scheinen aber nicht zu gunsten dieser Hypothese zu sprechen, zumal die Zöllner'schen Beobachtungen von 1864, also zur Zeit, wo das dem Maximum von 1882 vorangehende Lichtminimum hätte stattfinden müssen, die Grösse 5.73 ergeben. Die von Dr. Müller beobachteten Uranusgrössen liegen alle zwischen 5.4 und 6.0, der Planet musste also von 1878 bis 1888 stets dem freien Auge sichtbar gewesen sein.

Neptun. Von diesem Planeten sind nur wenige Beobachtungen erhalten worden. Sie geben seine mittlere Grösse zu 7.66 an, reelle Helligkeitsschwankungen konnten nicht erkannt werden.

Im allgemeinen findet Dr. Müller, dass die scheinbaren Helligkeitsschwankungen der Planeten durch keine der bisher aufgestellten Theorien befriedigend dargestellt werden. In der Nähe der Opposition sind die beobachteten Helligkeitsänderungen im allgemeinen merklich grösser als die theoretischen, und bei sehr grossen Phasenwinkeln findet das Umgekehrte statt. Einen wichtigen Fortschritt gegenüber den anderen Theorien bezeichnet die Seeliger'sche insofern, als sie bei der Venus, wo die Messungen das grösste Phasenintervall um-

fassen, relativ am besten sich dem gesamten Beobachtungsmateriale anschliesst. In dem besonderen Falle, welchen das Saturnsystem bietet, führen die theoretischen Untersuchungen Seeliger's zu einer nahezu erschöpfenden Darstellung der sämtlichen Beobachtungen. Seeliger stützt sich bekanntlich auf die Maxwell'sche Theorie, dass der Saturnring aus diskreten Teilen (Kugeln) von gewisser Grösse und bestimmten mittleren Abständen bestehe.

Aus den Beobachtungen ergaben sich folgende Werte für die sogenannte Albedo oder lichtreflektierende Kraft der Planeten, wobei diejenige des Mars als Einheit genommen ist. Beigefügt sind die früher von Zöllner dafür erhaltenen Werte:

| | Müller | Zöllner | | Müller | Zöllner |
|---|---|---|---|---|---|
| Merkur . . | 0.64 | 0.43 | Saturn . . | 3.28 | 1.87 |
| Venus . . | 3.44 | 2.33 | Uranus . . | 2.73 | 2 40 |
| Mars . . . | 1.00 | 1.00 | Neptun . . | 2.36 | 1.74 |
| Jupiter . . | 2.79 | 2 34 | | | |

**Über den grössten Glanz der Venus** hat Dr. G. Müller Untersuchungen veröffentlicht[1]). Der Lichtwechsel der Venus rührt hauptsächlich von 2 Ursachen her, von der Änderung des Abstandes des Planeten von der Erde und von der Variation der Phase. Die erste Ursache bedingt zwischen der oberen und unteren Konjunktion des Planeten eine beständige Zunahme, die zweite eine beständige Abnahme der Helligkeit, und es ergiebt sich daraus ganz von selbst die Aufgabe, diejenige Stellung der Venus zu ermitteln, wo die beiden Wirkungen sich aufheben, und ein Maximum der Lichtstärke eintritt. Eine vollständig einwurfsfreie praktische Lösung dieser Aufgabe ist aus Mangel an ausreichendem Beobachtungsmateriale bisher nicht möglich gewesen. Man war lediglich auf theoretische Untersuchungen angewiesen, und da das Gesetz, welches die Abhängigkeit der Lichtstärke von der Phase ausdrückt, keineswegs sicher bekannt ist, so mussten die Resultate je nach den Annahmen über dieses Gesetz voneinander verschieden sein; es ist daher nicht zu verwundern, dass die Angaben für die Epochen des grössten Glanzes in den verschiedenen astronomischen Ephemeriden um mehrere Tage differieren. Zum ersten Male ist das Problem bereits im Jahre 1716 von Halley behandelt worden, welcher seinen Untersuchungen die später von Euler acceptierte Hypothese zu grunde legte, dass die Helligkeit eines Planeten proportional ist der scheinbaren Grösse der von der Erde aus sichtbaren beleuchteten Phase.

Aus dieser Annahme folgt, dass die grösste Helligkeit eintritt, wenn der Phasenwinkel (d. h. der Winkel am Planeten) im Dreiecke „Sonne-Venus-Erde" 117° 56′ beträgt, also ungefähr 36 Tage vor und nach der unteren Konjunktion. Nach der Lambert'schen Theorie gestaltet sich das Resultat wesentlich anders, es ergiebt sich für den

[1]) Astron. Nachr. Nr. 3162.

Phasenwinkel 103° 46.5′. Die Epochen des grössten Glanzes liegen danach etwa 51 Tage von der unteren Konjunktion entfernt, weichen also von den Epochen der Halley'schen Formel um volle 15 Tage ab. Im Berliner Astronomischen Jahrbuche ist bis zum Jahre 1867 bei Berechnung des grössten Glanzes der Venus von der Lambert'schen Formel Gebrauch gemacht worden, dagegen wird von 1868 an eine von Bremiker in den Monatsberichten der Preussischen Akademie der Wissenschaften (Jahrgang 1860) angegebene Formel benutzt, welche insofern beachtenswert ist, als sie auf wirklichen Helligkeitsbeobachtungen der Venus beruht. Bremiker hatte während der totalen Sonnenfinsternis am 18. Juli 1860 das Licht der Venus, welche zufällig nicht sehr weit von der unteren Konjunktion entfernt war, mit dem des Jupiter verglichen und war zu dem Resultate gekommen, dass sich ihre Lichtstärke erheblich grösser herausstellte, als nach der Lambert'schen Theorie erwartet werden sollte. Er fügte daher dem Lambert'schen Ausdrucke noch ein weiteres Glied hinzu, wobei er von der Betrachtung ausging, dass zu dem von den festen und flüssigen Teilen der Planetenoberfläche reflektierten Lichte noch das von der Atmosphäre zurückgeworfene Licht käme. Indem er dieses letztere proportional setzte dem erleuchteten, von der Erde aus sichtbaren Teile der Planetenkugel, gelangte er zu einer Formel, welche die jedesmalige Helligkeit der Venus in Einheiten der Helligkeit des Sternes α Lyrae angiebt.

Aus der Bremiker'schen Formel folgt für den Phasenwinkel des grössten Glanzes 115° 15′, und die Epochen desselben liegen etwa 39 Tage von der unteren Konjunktion entfernt. In neuerer Zeit ist von Lommel und Seeliger ein Beleuchtungsgesetz aufgestellt worden, welches auf der Voraussetzung beruht, dass das Licht bis zu einer gewissen Tiefe in jeden Körper eindringt und auf seinem Wege innerhalb des Körpers eine Absorption erleidet. Nach dieser Theorie ergiebt sich die Maximal-Lichtstärke der Venus beim Phasenwinkel 115° 59.8′, also die Epochen des grössten Glanzes 38 Tage von der unteren Konjunktion entfernt.

Dr. Müller giebt in der folgenden Tabelle eine Zusammenstellung der Resultate und in der letzten Kolumne die betreffende Maximalhelligkeit der Venus in Einheiten der oberen Konjunktionshelligkeit.

| Nach der Formel von | Der grösste Glanz findet statt bei | | | Grösste Helligkeit |
|---|---|---|---|---|
| | Phasenwinkel | Elongation | Anzahl der Tage vor oder nach unter Konjunkt. | |
| Halley . . . . . . | 117° 56′ | 39° 43′ | 36 | 4.263 |
| Lambert . . . . . | 103 46 | 44 38 | 51 | 2.126 |
| Bremiker . . . . . | 115 15 | 40 52 | 39 | 2.772 |
| Seeliger . . . . . | 116 0 | 40 33 | 38 | 3.018 |

„Aus dieser Tabelle," sagt Dr. Müller, „geht hervor, welche Unsicherheit gegenwärtig noch in betreff der fraglichen Erscheinung

herrscht. Am stärksten weicht die Lambert'sche Theorie von allen anderen ab; nach ihr ist die grösste Helligkeit der Venus gerade nur halb so gross als nach der Halley'schen Formel. Eine Entscheidung zu Gunsten der einen oder anderen Theorie lässt sich natürlich nur auf Grund eines umfangreichen zuverlässigen Beobachtungsmateriales treffen. Die einzigen bisher vorhandenen genauen Messungen von Seidel und Zöllner genügen dazu nicht, weil sie lange nicht zahlreich genug sind, und weil sie vor allem ein viel zu kleines Phasenintervall umfassen. Dagegen dürften meine eigenen vieljährigen photometrischen Beobachtungen der Venus in dieser Beziehung allen Anforderungen entsprechen und die nötigen Mittel an die Hand geben, um die interessante Frage auf praktischem Wege zu lösen.

Es ist mir gelungen, in der Zeit vom 9. Dezember 1877 bis 12. Dezember 1890 158 brauchbare Messungen der Lichtstärke der Venus zu erhalten, und zwar bei Phasenwinkeln zwischen $22.5^0$ und $157.5^0$. Bei besonders günstigen Luftverhältnissen wäre es vielleicht möglich, den Planeten noch etwas näher an die obere und untere Konjunktion heran zu verfolgen; doch müssten dann die Beobachtungen bei so geringen Höhen über dem Horizonte angestellt werden, dass beträchtliche Extinktionskorrektionen erforderlich wären. Schon bei meinen Messungen hat sich dieser Übelstand bisweilen fühlbar gemacht, und die Beobachtungen bei den kleinsten und grössten Phasenwinkeln sind aus diesem Grunde nicht ganz so zuverlässig, wie die bei hohem Stande des Planeten ausgeführten."

In einer ausführlichen Tabelle giebt Dr. Müller die beobachteten Helligkeiten und einen Vergleich mit den berechneten. Aus dieser Tabelle wie auch aus einer graphischen Darstellung ergiebt sich, dass die gesamte Lichtschwankung, welche wir an der Venus beobachten, verhältnismässig geringfügig ist, jedenfalls viel geringfügiger, als man gewöhnlich annimmt; sie beträgt innerhalb eines Phasenintervalles von mehr als $130^0$ nur etwa eine Grössenklasse. „Die Lichtstärke," sagt Dr. Müller, „wächst nach dieser Kurve ganz allmählich an, erreicht das Maximum bei einem Phasenwinkel $\alpha$ von etwa $119^0$ und nimmt erst ungefähr von $\alpha = 140^0$ an ziemlich schnell ab. In der Nähe des Maximums verläuft die Kurve so flach, dass die gesamte Lichtänderung von $\alpha = 100^0$ bis $\alpha = 140^0$, also während eines Zeitraumes von ungefähr 36 Tagen, nur 0.2 Grössenklassen ausmacht, ein Betrag, der sich nur durch zahlreiche gute Messungen mit Sicherheit verbürgen lässt. Will man den Zeitpunkt des grössten Lichtes aus den Beobachtungen mit einiger Zuverlässigkeit ableiten, so sind Messungen bis zu einem Phasenwinkel von mehr als $140^0$ unbedingt erforderlich, und wie schwierig Beobachtungen in solcher Nähe der unteren Konjunktion sind, kann schon daraus ersehen werden, dass mir während eines Zeitraumes von 13 Jahren nur verhältnismässig wenige absolut einwurfsfreie Messungen geglückt sind. So viel geht jedenfalls aus der von mir bestimmten Lichtkurve hervor, dass die grösste Helligkeit der Venus

keine irgendwie bemerkenswerte Erscheinung ist, und dass daher die Angabe der Epochen in den astronomischen Ephemeriden keinerlei praktisches Interesse hat. Ferner kann man aus der Betrachtung der Kurve den Schluss ziehen, dass die Sichtbarkeit der Venus am Tage, welche bisweilen als ein auffallendes Ereignis erwähnt wird und in früheren Zeiten wiederholentlich sogar allgemeines Aufsehen erregt hat, unmöglich nur an eine kurze Zeit gebunden sein kann; man wird vielmehr bei den geringen Helligkeitsschwankungen annehmen dürfen, dass der Planet während des grössten Teiles seiner Sichtbarkeitsdauer am Tage gesehen werden kann. Es wird dies lediglich von der Luftbeschaffenheit und den Vorsichtsmassregeln abhängen, die man beim Aufsuchen anwendet. Im Jahre 1881 ist es mir gelungen, die Venus innerhalb des Zeitraumes von Mitte Februar bis Mitte April stets um Mittag mit blossem Auge zu finden, und selbst Personen, die keine Erfahrung in astronomischen Beobachtungen besassen, konnten den Planeten ohne Schwierigkeit wahrnehmen, wenn ihnen die Himmelsgegend bezeichnet wurde, wo sie ihn zu suchen hatten.“ Dr. Müller hat aus seinen Beobachtungen eine empirische Formel abgeleitet, die als Phasenwinkel des grössten Glanzes $\alpha = 118^0\ 37.1'$ giebt. Die Epochen des grössten Glanzes liegen danach ungefähr 35.6 Tage von der unteren Konjunktion entfernt, also dieser Konstellation noch etwas näher, als nach allen theoretischen Untersuchungen.

**Jupiter und seine Monde während der Opposition 1892** hat William H. Pickering auf der Hochstation in den peruanischen Anden beobachtet. Er giebt einen Bericht [1]) über die Ergebnisse dieser Wahrnehmungen, aus dem folgendes ein das Wesentliche umfassender Auszug ist.

Bei der Untersuchung mit dem 13-zölligen Refraktor wurden verschiedene Vergrösserungen angewendet, diejenige von 450-fach gab die besten Bilder in jener klaren und ruhigen Luft. Unter den besten Verhältnissen zeigt sich, dass die Oberfläche des Jupiter aus einer gleichförmigen weissen Masse von Wolken besteht, über welcher ein feiner gazeförmiger Schleier einer braunen Materie ausgebreitet ist, die unseren Cirruswolken nicht unähnlich erscheint. Dieser bedeckt die ganze Oberfläche des Planeten von Pol zu Pol, ist aber an gewissen Stellen dichter als an anderen. Gelegentlich zeigt sich in dieser Schicht eine runde oder elliptische Lücke von 1″ oder 2″ im Durchmesser, die, falls sie auf einem Streifen steht, leicht gesehen werden kann, aber schwierig wahrzunehmen ist, sobald sie zwischen 2 Streifen auftritt. Diese Lücken sind nun die wohlbekannten weissen Fleckchen auf dem Jupiter, und sie bieten mit einer oder 2 Ausnahmen die einzigen Regionen, in denen man die oben erwähnte weisse Masse der eigentlichen Fläche des Jupiter klar sehen kann. Dieser Schluss beruht darauf, dass die

[1]) Astronomy and Astrophysics 1893. Nr. 113. p. 193.

genannten weissen Flecke ohne Beziehung zu den Streifen des Planeten auftreten. An einer Stelle erschien ein helles Streifchen, den dunklen Streifen parallel und etwa 1″ breit, auf dem der Cirrusschleier so dünn war, dass man ihn mit Gewissheit nicht erkennen konnte, und diese Stelle war von der übrigen Oberfläche nur dem Grade, aber nicht der Art nach verschieden. Der grosse rote Fleck war während der Opposition äusserst schwach und nur schwierig zu sehen. Der Raum über ihm mit Ausnahme des nachfolgenden Endes war völlig frei von der erwähnten Cirrusformation, und dadurch wurde sein ungefährer Ort angezeigt. Dieser Fleck wurde thatsächlich gewissermassen wie durch eine Höhlung in dem Cirrusschleier gesehen und bildete einen Teil der darunter befindlichen weissen Jupiteroberfläche. Die schleierförmigen Formationen der Jupiteroberfläche schienen in einer sehr transparenten Atmosphäre zu schwimmen, und diese ist es, welche die Absorption verursacht, infolge deren die dunklen Streifen nicht bis genau an den Rand des Planeten verfolgt werden können.

Was die Satelliten des Jupiter anbelangt, so war das benutzte Instrument natürlich nicht im stande, den Barnard'schen fünften Mond zu zeigen. Dagegen zeigte es eine Reihe von Eigentümlichkeiten bei den vier grösseren Monden, über die sich Pickering wie folgt verbreitet:

a. Die relative Helligkeit. Der hellste Trabant ist der dritte, dann folgt der erste, zweite und vierte. Bei einigen Gelegenheiten ist der Trabant 2 so hell als 1, andere Änderungen in der scheinbaren Helligkeit sind nicht bemerkt worden. Die mittleren Sterngrössen der 4 Monde sind nach deren Bestimmungen durch die Harvardsternwarte: 5.2, 5.6, 5.8 und 6.4 Grösse.

b. Um die Scheiben der Monde deutlich zu sehen, ist ein grösseres Instrument erforderlich. Mittels eines solchen findet sich, dass der Mond 3 der grösste ist, 4 steht ihm ein wenig nach, viel kleiner sind 1 und 2. Der 4. Mond ist von Farbe etwas dunkler als die übrigen.

c. Um die Färbungen der Monde zu studieren, bedarf man eines grossen Teleskops und sehr klarer Luft. Nimmt man die Farbe des Jupiter zwischen den dunklen Streifen als normales Mass an, so kann man den 1. und 2. Mond als goldgelb bezeichnen. Beide haben im allgemeinen stets die gleiche Farbe; wenn ein Unterschied besteht, so geht dieser dahin, dem 2. Monde einen schwachen Stich ins Grünliche zu verleihen. Der 3. Mond ist von grünlichgelber Farbe und völlig verschieden von den beiden genannten Satelliten. Der 4. Mond erscheint dunkel grünlichgrau und bestimmt dunkler als die drei anderen.

d. Phasen. Nur die am günstigsten situierten grossen Fernrohre sind im stande, eine Veränderung an den Scheiben der Monde zu zeigen, wenn diese in den Schatten des Hauptplaneten eintreten, also das Vorschreiten dieses Schattens auf den Scheibchen zu zeigen.

Die Schwierigkeit ist um so grösser, je kleiner der betreffende Mond ist.

e. Diffraktionsfleck. Diese Erscheinung wurde zuerst im August 1891 wahrgenommen. Sie besteht in einem dunklen Flecke, der auf der Oberfläche des Satelliten gesehen wird. Wenn das Objektivglas vollkommen genau zentriert ist, sieht man den Fleck mitten auf der Satellitenscheibe, sonst am Rande derselben. Bei guter Luft ist der Fleck sehr klein, wird aber grösser, wenn die Verhältnisse ungünstiger sind. Um den Fleck wahrzunehmen, muss man mindestens eine 700-fache Vergrösserung anwenden. Dieser Fleck ist also eine optische Täuschung und wahrscheinlich Wirkung der Diffraktion.

Vom 8. Oktober 1892 ab begann Pickering eine Reihe von mikrometrischen Durchmesserbestimmungen der Jupitermonde und sah am 9. zu seinem grossen Erstaunen, dass der erste Trabant nicht kreisrund, sondern elliptisch erschien. Beobachtungen am folgenden Abende bestätigten die ersten Messungen. Darauf wurden auch die anderen Monde gemessen, und als der Beobachter schliesslich zum 1. Trabanten zurückkehrte, fand er zu seiner Überraschung, dass dieser jetzt völlig rund erschien, wie die drei anderen Satelliten. „Ich konnte," bemerkt er, „kaum meinen Augen trauen, aber als ich fortfuhr, den Mond länger zu betrachten und zu messen, sah ich dessen Scheibe allmählich die elliptische Gestalt wieder annehmen, und nun verstand ich den wirklichen Vorgang. Der 1. Jupitermond ist ellipsoidisch oder, um den populären Ausdruck zu gebrauchen, eiförmig, die beiden kleinen Axen des Ellipsoids sind anscheinend gleich, und der Trabant rotiert um eine derselben. In den nächsten Wochen zeigte auch jeder der übrigen Satelliten gelegentlich eine elliptische Scheibe, doch war die Elliptizität bei ihnen geringer und, was noch merkwürdiger, diese 3 Satelliten schienen nicht um ihre kleine Axe zu rotieren!" Zunächst glaubte Pickering an irgend eine optische Täuschung, allein es gelang ihm nicht, diese nachzuweisen, und sein Assistent Douglass sah mit ihm zuletzt stets gleichzeitig die Elliptizität, und die von ihm gemessenen Positionswinkel der grossen Axe der Scheibe stimmten gut überein. Eine Erklärung vermag Pickering nicht zu geben und beschränkt sich darauf, folgendes als von ihm ermittelte Thatsachen zu bezeichnen:

1. Der 1. Jupitermond ist flach ellipsoidisch und rotiert um eine seiner kleinen Axen in $13^h\ 3^m$.

2. Die Scheiben des 2., 3. und 4. Mondes erscheinen in regelmässigen Zwischenzeiten ellipsoidisch, und dies scheint durch eine Axendrehung derselben hervorgerufen zu werden. Die Periode des 2. Mondes scheint $41^h\ 24^m$ zu betragen. Beim 3. Monde kann die Elliptizität am leichtesten gesehen werden, und in der That haben Lassell, Secchi und Burton dieselbe schon wahrgenommen. Die kleine Axe ist 0.2″ kürzer als die grosse, der Äquator des Satelliten macht mit der Ebene seiner Bahn einen Winkel

von 18°. Die Rotationszeit scheint mit der Revolutionsdauer übereinzustimmen. Am deutlichsten erscheint die Elliptizität 34 Stunden nach der unteren und oberen Konjunktion. Auf der Oberfläche dieses Mondes sah Pickering einen dunklen Streifen, der Mondhemisphäre angehörig, etwa 15° gegen die Bahnebene dieses Mondes geneigt. Bisweilen zeigt sich der südliche Pol etwas heller als die übrige Scheibe.

Der 4. Mond ist meist kreisrund, aber nahe der Konjunktion ist er elliptisch, und die grosse Axe steht nahezu senkrecht zu seiner Bahn. Umdrehungs- und Umlaufszeit scheinen auch hier zusammenzufallen.

**Der fünfte Mond des Jupiter** ist von Prof. Barnard wiederholt am grossen Lick-Refraktor beobachtet und seine Position bestimmt worden. Aus seinen Beobachtungen bis zum 15. September 1893 leitet er eine Umlaufszeit dieses Mondes von $11^h\ 57^m\ 22.56^s$ ab, also um $0.50^s$ kürzer wie die frühere Bestimmung [1]).

## Mond.

**Die Bedeutung der Lick-Photographien des Mondes** für das Studium der Oberflächenbeschaffenheit dieses Trabanten ist bereits im III. Bande dieses Jahrbuches hervorgehoben worden [2]). Mit der photographischen Vergrösserung der Original-Negative hat sich seitdem auch H. Krieger erfolgreich beschäftigt. Auf Tafel I ist eine solche Vergrösserung in Lichtdruck reproduziert. Die Platte ist auf dem Lick-Observatorium am 11. Oktober 1891, $7^h\ 27.5^m$ aufgenommen worden. Die vergrösserte Reproduktion giebt das Original vortrefflich wieder. Zu bemerken ist, dass die rillenartige Vertiefung oben rechts einem Fehler in der Platte entspricht und nicht etwa einer Spalte auf dem Monde selbst.

Auch die Gebrüder Henry in Paris haben vortreffliche Mondphotographien erhalten, die vergrössert ein deutliches und detailliertes Bild einzelner Mondgegenden liefern.

## Kometen.

**Die Kometen des Jahres 1892.** Eine Zusammenstellung der Kometenerscheinungen des Jahres 1892 giebt wie alljährlich Prof. H. Kreutz [3]). Folgendes ist ihr entnommen:

„Komet 1890 II. Die letzte Beobachtung im Jahre 1891 vor dem Verschwinden im Tageslichte wurde am 29. Mai auf der Wiener Sternwarte angestellt. Nach dem Wiedererscheinen am Morgenhimmel ist der Komet nur noch in Nizza an 9 Abenden vom 6 Januar 1892 bis 4. Febr. beobachtet worden. Sein Aussehen war das eines sehr schwachen, schlecht begrenzten Nebelfleckes von höchstens 1′ Durchmesser.

---

1) Astronomical Journal Nr. 304.
2) Klein, Jahrbuch **3.** p. 47. 49.
3) Vierteljahrsschrift der Astron. Ges. **28.** p. 133.

Wolf'scher Komet 1891 II. Im Jahre 1892 hat der Komet bis zu seinem Verschwinden in der Abenddämmerung verfolgt werden können; die letzte Beobachtung ist in Wien am 31. März angestellt worden. Bemerkenswert ist, dass der Komet in der letzten Periode seiner Sichtbarkeit, trotzdem die theoretische Helligkeit allmählich bis auf 0.5 der Helligkeit zur Zeit seiner Wiederauffindung am 1. Mai 1891 herabsank, niemals für grosse Refraktoren ein schwieriges Objekt gewesen ist. Ende Februar 1892 war die Gesamthelligkeit nach Spitaler noch die eines Sternes 11. Grösse, während Anfang Mai 1891, zu welcher Zeit die theoretische Helligkeit dieselbe war, der Komet nicht heller als 13.—14. Grösse geschätzt wurde.

Periodischer Komet Tempel$_3$-Swift 1891 V. Die letzte Beobachtung ist am 21. Januar 1892 auf der Wiener Sternwarte angestellt worden. An diesem Tage war der Komet sehr schwach, wie überhaupt während seiner ganzen Sichtbarkeit wegen seines verwaschenen Aussehens sehr schwierig zu beobachten. Zeitweilig glaubte Spitaler, in unmittelbarer Nähe des Kometen noch ein zweites nebelartiges Objekt zu sehen, das an der Bewegung des ersteren teilzunehmen schien.

Komet 1892 I. Am 6. März 1892, 17$^h$ Ortszeit, entdeckte Swift in Rochester, N.-Y., in sehr südlicher Deklination, —30°, einen hellen Kometen, welcher einen stark nach Norden gerichteten Lauf besass und schon nach wenigen Tagen für die Bewohner der Nordhalbkugel die glänzendste Kometenerscheinung wurde, die wir seit dem grossen Septemberkometen von 1882 gehabt haben. Zur Zeit des Maximums der Helligkeit, welche mit der Zeit des Periheldurchganges, am 6. April nahe zusammenfiel, hatte der Komet die Helligkeit eines Sternes 3.—4. Grösse; der Kopf war hell, rund, mit einem Kerne von 10" bis 15" Durchmesser, welcher deutliche Ausstrahlungen nach der Sonne zu zeigte. Im Vergleiche zum hellen Kopfe war der Schweif des Kometen auffallend schwach. Die meisten Beobachter schildern ihn als schmal und gerade; nur Barnard konnte am 3. April deutlich eine Duplizität desselben erkennen.

Von grösserem Interesse als die direkten Beobachtungen sind die photographischen Aufnahmen des Schweifes, insbesondere diejenigen, welche im März auf der Sternwarte Sydney und im April auf Mount Hamilton angestellt worden sind. Dieselben zeigen, was mit dem Auge nicht erkennbar gewesen ist, dass der Schweif sich in eine Anzahl Strahlen, bis zu 8, ausbreitete, welche teilweise im Zusammenhange mit den Ausstrahlungen des Kernes nach der Sonnenseite hin zu stehen schienen. Ganz besonders prächtig sind die Aufnahmen Barnard's vom 4., 6. und 7. April, auch insofern, als sie ein deutliches Bild von den enormen Veränderungen geben, welche innerhalb weniger Tage in dem Schweife des Kometen vorgegangen sein müssen. Eine ganz eigenartige Erscheinung zeigt die Aufnahme vom 7. April; auf derselben ist nämlich im Schweife des Kometen, 2° vom Kopfe entfernt, eine deutliche Anschwellung sichtbar, welche das Bild eines zweiten Kometen darstellt, aus dessen Kopfe ein neues System von Strahlen auszugehen scheint[1]).

Der Komet blieb bis Anfang Juni dem blossen Auge sichtbar; den Schweif konnte Backhouse in Sunderland noch Ende April ohne optische Hilfsmittel bis auf 11° Länge verfolgen. Mit dem Fernrohre war der Komet auch Ende Januar 1893 noch zu verfolgen; den ganzen Sommer und Herbst hindurch stand er in sehr günstiger Lage am Himmel, so dass ungewöhnlich zahlreiche Ortsbestimmungen erhalten werden konnten.

Das Spektrum des Kometen ist in der Zeit seiner grössten Helligkeit von v. Konkoly, v. Gothard und Campbell eingehend verfolgt worden. Nach v. Konkoly zeigte dasselbe am 1. und 2. April ausser dem kontinuierlichen Spektrum fünf helle, aufgeschwollene und verwaschene Linien,

---

[1]) Diese Photographien sind auf Tafel II wiedergegeben.

während nach Campbell, der den Kometen vom 5. April an verfolgte, stets die drei gewöhnlichen Kometenbänder sichtbar waren. Campbell schliesst daraus auf eine, vielleicht im Zusammenhange mit dem Periheldurchgange eingetretene Veränderung im Spektrum, welche aber noch der Bestätigung zu bedürfen scheint, da man die v. Konkoly'schen Linien ihrer Wellenlänge nach wohl auch nur als die helleren Teile der gewöhnlichen Bänder aufzufassen berechtigt ist. Die spektroskopischen Messungen sind von Campbell bis 13. Juni fortgesetzt worden. Es zeigen sich in denselben bemerkenswerte Unterschiede; insbesondere macht Campbell auf eine mit der zunehmenden Entfernung von der Sonne eintretende Verminderung der Wellenlänge der Kante des grünen Bandes aufmerksam. Herr v Gothard hat den Kometen am 4. April spektographisch aufgenommen; seine Messungen bestätigen im allgemeinen diejenigen Campbell's.

Die Bahn des Kometen ist ausgesprochen elliptisch, und zwar gehört derselbe zu der interessanten Kometengruppe, auf welche zuerst Berberich[1]) aufmerksam gemacht hat. Die folgenden Elemente sind von Berberich aus Beobachtungen vom 8. März bis 12. Juli abgeleitet; sie stellen den ganzen Lauf des Kometen befriedigend dar.

$$T = 1892 \text{ April } 6.69025 \text{ m. Z. Berlin}$$
$$\left.\begin{aligned}\pi &= 265^\circ\ 25'\ 26.5''\\ i &= 240^\circ\ 54'\ 15.4''\\ \Omega &= 38^\circ\ 42'\ 20.6''\end{aligned}\right\}\text{ M. Äq. 1892}$$
$$\log q = 0.011499$$
$$\log e = 9.999397$$

Im Jahre 1893 wird der Komet längere Zeit hindurch dem Jupiter ziemlich nahe stehen, so dass seine Bahn nicht ganz unbeträchtliche Störungen erleiden wird.

Komet 1892 II, entdeckt von Denning in Bristol am 18. März 1892. Der Komet stand zur Zeit der Entdeckung im Maximum seiner Helligkeit, war klein, rund, mit einer zentralen Verdichtung 11.12. Grösse und besass keinen Schweif. Dasselbe Aussehen hat derselbe während der ganzen Sichtbarkeitsdauer beibehalten; die letztere war für einen teleskopischen Kometen ungewöhnlich lang, weil der Komet sich 2 Monate nach dem Perihele wieder der Erde näherte und infolge dessen längere Zeit hindurch in unveränderter Helligkeit am Himmel stand. Besondere Eigentümlichkeiten hat der Komet nicht dargeboten.

Aus 3 Beobachtungen, 20. März, 4. und 19. April, hat Dr. Schorr parabolische Elemente abgeleitet, welche sich dem ganzen Laufe des Kometen, soweit die Beobachtungen veröffentlicht sind, befriedigend anschliessen. Dieselben lauten:

$$T = 1892 \text{ Mai } 11.22042 \text{ m. Z. Berlin}$$
$$\left.\begin{aligned}\pi &= 22^\circ\ 44'\ 16.0''\\ \Omega &= 253^\circ\ 25'\ 41.6''\\ i &= 89^\circ\ 42'\ \ 4.3''\end{aligned}\right\}\text{ M. Äq. 1892}$$
$$\log q = 0.294619$$

Komet 1892 III (Holmes). Am 6. November 1892 entdeckte Holmes in London nahe beim Andromedanebel, in $0^h\ 47^m$ AR und $+38.6^\circ$ Dekl. eine helle, kreisrunde Nebelmasse von 5′ Durchmesser, mit einer zentralen Verdichtung, aber ohne Kern. Der Umstand, dass der Komet, als welcher sich dieselbe erwies, nahe der Stelle stand, wo der Biela'sche Komet, falls er Ende November seinen niedersteigenden Knoten passierte, sich befinden musste, sowie eine gewisse Ähnlichkeit in der Bewegungsrichtung gab zunächst Anlass zur Vermutung der Identität beider Himmelskörper. Dieselbe musste aber sofort sich als trügerisch erweisen, sobald die ersten genauen Beobachtungen vorlagen und ein von der Bahn des Biela'schen

[1]) Astron. Nachr. Nr. 2161.

Kometen vollständig verschiedenes Elementensystem lieferten Wenn die Bahn zunächst sich auch noch sehr unsicher bestimmte, so zeigte sich doch schon jetzt, dass der Komet seit vielen Monaten sein Perihel passiert haben musste und sich zur Zeit der Entdeckung bereits in einer für seine Helligkeit ungewöhnlich grossen Enfernung von der Sonne befand. Weitere Untersuchungen ergaben sodann, dass die Bahn des Kometen elliptisch ist und sich den Kometenbahnen mit kurzer Umlaufszeit anreiht.

Das Aussehen des Kometen, der 2 Tage nach der Entdeckung auch von Anderson in Edinburgh, sowie am 9. November von Davidson in Mackay, Queensland, aufgefunden wurde, änderte sich zunächst wenig; nur ging Hand in Hand mit der Lichtabnahme eine bedeutende Vergrösserung der Koma, die allmählich bis zu 30′ (Ende November) anwuchs. Zugleich war die Durchsichtigkeit der blassen Nebelmasse so gross, dass schwache Sterne selbst durch den dichtesten Teil des Kometen hindurch gesehen werden konnten. Das Fehlen eines eigentlichen Kernes wirkte sehr ungünstig auf die Ortsbestimmungen ein, so dass ganz beträchtliche Unterschiede zwischen denselben auftreten.

Ein kurzer, schwacher Schweif, der sich aber kaum über die Koma hinaus zu erstrecken schien, war gleich in den ersten Tagen nach der Entdeckung sichtbar. Eine am 10. November von Barnard aufgenommene Photographie zeigt denselben in einer Länge von über $^1/_2{}^0$; auf derselben Platte war ferner am Ende des Schweifes, $1^0$ vom Kopfe entfernt, eine schwache, diffuse Nebelmasse zu erkennen, deren Zusammenhang mit dem Kometen wohl ausser Zweifel steht, und welche auch von Campbell bei Gelegenheit seiner spektroskopischen Beobachtungen am 8. und 9. November bemerkt worden ist. Ein von Deslandres in Paris auf einer photographischen Aufnahme vom 21. November bemerkter Anfang einer Verdoppelung des Kernes ist durch anderweitige Beobachtungen nicht bestätigt worden.

Bis zum Eintritte des Mondscheins, Ende November, blieb der Komet dem blossen Auge als blasser, kleiner Nebel sichtbar; Anfang Dezember war er auch mit mittleren Fernrohren noch leicht zu beobachten, nahm dann aber so rapid an Helligkeit ab, dass er Anfang Januar 1893 nur noch mit den grossen Refraktoren, und auch hier nur mit Mühe, verfolgt werden konnte. Ein ganz abnormes Verhalten zeigte der Komet, dessen rapide Lichtabnahme schon nicht im Einklange mit der theoretischen Helligkeit gestanden hatte, am 16. Januar 1893. Während derselbe noch am 12. Januar im grossen Strassburger Refraktor nur mit Schwierigkeit hatte beobachtet werden können, fanden an dem genannten Tage Palisa in Wien und Kobold in Strassburg an dem Ephemeridenorte ein helles, fixsternartiges Objekt 7.8 Grösse mit einer Nebelhülle von 30″ Durchmesser, welches sich sehr bald als der gesuchte Komet erwies. Koma und Schweif waren ganz verschwunden. Schon in den nächsten Tagen begann der Komet, allmählich sein gewohntes Aussehen wieder anzunehmen. Am 23. Januar war die Koma bereits wieder auf 2′ Durchmesser angewachsen; die Gesamthelligkeit war aber immer noch die eines Sternes 8. Grösse. Weitere Beobachtungen müssen entscheiden, ob eine ebenso rapide Lichtabnahme wie im Dezember 1892 eintritt; nach den neuesten Nachrichten erscheint eine solche wahrscheinlich.

Das Spektrum des Kometen ist nach den Mitte November von Campbell, Vogel und Keeler angestellten Beobachtungen im Gegensatze zu allen anderen Kometenspektren ein rein kontinuierliches gewesen. Eingehende spektroskopische Beobachtungen aus der Zeit des Aufleuchtens im Januar 1893 liegen noch nicht vor; Kammermann in Genf konnte auch zu dieser Zeit mit einem kleinen Okularspektroskope im kontinuierlichen Spektrum keine Linien oder Bänder wahrnehmen.

Von den zahlreichen veröffentlichten Elementensystemen des Kometen möge hier dasjenige von Schulhof[1]) angeführt werden:

---

[1]) Astron. Nachr. No. 3140.

Epoche 1892 Dezember 13.5 m. Z. Berlin

$$
\begin{aligned}
M &= 26^{0}\ 8'\ 18.0'' \\
\pi &= 345^{0}\ 53'\ 12.2'' \\
\Omega &= 331^{0}\ 42'\ 12.1'' \\
i &= 20^{0}\ 47'\ 22.9''
\end{aligned}
\Bigg\}\ \text{M. Äq. 1892}
$$

$$
\begin{aligned}
\varphi &= 24^{0}\ 13'\ 12.6'' \\
\mu &= 513.548 \\
\log a &= 0.559617 \\
U &= 6.909 \text{ Jahre} \\
T &= 1892 \text{ Juni } 13.17 \text{ m. Z. Berlin.}
\end{aligned}
$$

Der Komet bewegt sich hiernach vollständig innerhalb der Jupitersbahn; die kürzeste Distanz beider Bahnen beträgt 0.4. Seit 1861 hat jedenfalls keine grosse Annäherung an Jupiter stattgefunden. Die kleine Exzentrizität hat der Komet gemeinsam mit dem periodischen Kometen Tempel$_1$ ($\varphi = 23^0\ 54'$); die obere Grenze der bei den kleinen Planeten auftretenden Exzentrizitäten wird mit diesen Werten nahezu erreicht

Nach vorstehenden Elementen müsste der Komet schon vor seiner Entdeckung mehrere Monate hindurch in günstiger Lage und in beträchtlicher Helligkeit am Himmel gestanden haben. Mit Ausnahme einer kurzen Notiz, nach der W. A. Post in Newport News., Va., den Kometen am 3. November gesehen, jedoch ihn für einen bekannten Nebel gehalten haben soll, ist aber nichts darüber bekannt geworden, dass er vor seiner Entdeckung bemerkt oder zufällig photographiert worden sei. Ein auf einer von Schooling am 26. Oktober aufgenommenen Photographie der betreffenden Himmelsgegend befindliches kometenartiges Objekt gehört sicher nicht dem Kometen an. Der Entdecker selbst erklärt, am 25. Oktober die Umgegend des Andromedanebels durchstreift aber nichts Besonderes bemerkt zu haben. Es muss hiernach als ziemlich wahrscheinlich angenommen werden, dass der Komet erst kurz vor dem 6. November zu der beträchtlichen Helligkeit, die er an diesem Tage besessen hat, gelangt ist, und dass er sich vorher durch Lichtschwäche der Entdeckung entzogen hat. Dies würde auch ungezwungen erklären, warum ein so heller periodischer Komet in früheren Erscheinungen nicht aufgefunden worden ist, zumal mindestens seit 1861 eine bedeutende Änderung seiner Bahn nicht gut stattgefunden haben kann. Die Ursache eines so plötzlichen Aufleuchtens in beträchtlicher Entfernung von der Sonne muss uns vorläufig, solange wir keine eingehendere Kenntnis der Kometenmaterie besitzen, ein Rätsel bleiben; Referent möchte nur an dieser Stelle darauf aufmerksam machen, dass solche aussergewöhnliche Lichtentwickelungen auch der Grund sein können, warum wir z. B. den de Vico'schen Kometen nur in einer Erscheinung beobachtet haben. Auch bei dem Brorsen'schen Kometen, dessen Aussehen gewisse Ähnlichkeit mit dem Kometen Holmes gezeigt hat, wird man berechtigt sein, abnorme Lichtverhältnisse als Grund für seine Nichtwiederauffindung 1889—90 anzunehmen.

Winnecke'scher Komet 1892 IV. In der Erscheinung 1892 wurde der Winnecke'sche Komet nach der Vorausberechnung von v. Haerdtl am 18. März in Wien als äusserst schwacher, kleiner Nebel mit einem deutlichen, fixsternartigen Kern 16. Grösse aufgefunden. Zuerst blieb der Komet noch ausserordentlich schwach; erst von Mitte April ab konnte er auch in mittleren Fernrohren beobachtet werden. Die Helligkeit nahm sodann mit dem Herannahen an das Perihel, das auf den 30. Juni fiel, stark zu. Ende Mai war der Komet 9.10. Grösse. Mitte Juni 8., am 21. Juni trotz des tiefen Standes $6^1/_2$—7. Grösse. Mit Ende des Monats mussten die Beobachtungen zunächst ihr Ende finden, weil der Komet im Tageslichte verschwand. Nach dem Perihele war der Komet längere Zeit auf der südlichen Halbkugel sichtbar.

Wenn man bedenkt, dass der Komet in früheren Erscheinungen bis zur Lichtintensität $J = 0.2$ verfolgt worden ist, hätte man wohl eine frühere

Auffindung als am 18. März ($J = 0.6$) erwarten können. Es ist jedoch hierbei zu beachten, dass der Komet erst beim Herannahen an das Perihel bedeutendes Eigenlicht auszustrahlen beginnt, und dass er auch nach dem Perihele, wie schon Winnecke 1869 gezeigt hat, heller zu sein scheint als in gleichen Abständen vor demselben. Im übrigen ist das Aussehen des Kometen analog demjenigen in früheren Erscheinungen gewesen; zur Zeit der günstigsten Sichtbarkeit, Ende Mai, als der Komet noch nicht zu tief am Horizonte stand, bestand derselbe aus einer 6′ grossen, runden Nebelhülle, die sich ganz allmählich nach der Mitte zu verdichtete und dort einen fixsternartigen Kern 12 Grösse zeigte. Die Verdoppelung des Kernes, die 1869 bemerkt wurde, ist diesmal nicht aufgetreten. Die Erscheinung 1892 gehört überhaupt zu den günstigsten, welche der Komet aufzuweisen hat; der Erde ist derselbe am 9. Juli bis auf 0.12 nahe gekommen.

Von den 3 Elementensystemen, welche Freiherr v. Haerdtl für verschiedene Perioden der Sichtbarkeit berechnet hat, folgt, hier das zweite, welches der Ephemeride vom 15. April bis 22. September zu Grunde gelegt ist.

Epoche 1892 Juli 4.0 m. Z Berlin

$$
\begin{aligned}
M &= 0^\circ\ 31'\ 14''7 \\
\left.\begin{aligned}
\pi &= 276^\circ\ 11'\ \ 4.5'' \\
\Omega &= 104^\circ\ \ 4'\ 37.0'' \\
i &= 14^\circ\ 31'\ 33.6''
\end{aligned}\right\} &\ \text{M. Äq. 1890} \\
\varphi &= 46^\circ\ 33'\ \ 4.8'' \\
\mu &= 609.67213'' \\
\log a &= 0.509940 \\
T &= 1892 \text{ Juni } 30.93 \text{ m. Z. Berlin.}
\end{aligned}
$$

Komet 1892 V (Barnard 12. Oktober). Der Komet bildet insofern eine wichtige Epoche in der Kometenastronomie, als er, wenn man von dem Sonnenfinsterniskometen vom 17. Mai 1882 absieht, der erste ist, welcher auf photographischem Wege entdeckt worden ist. Als nämlich Barnard auf Mount Hamilton am 12. Oktober eine in derselben Nacht von der Umgegend von $\alpha$ Aquilae aufgenommene photographische Platte entwickelte, fand er auf derselben die Spur eines Kometen, dessen Vorhandensein schon in der folgenden Nacht mit dem 12-Zöller der Lick-Sternwarte konstatiert werden konnte Der Komet zeigte sich als ein schwaches Objekt von 1′ Durchmesser in der Helligkeit eines Sternes 12.13 Grösse: gegen die Mitte zu verdichtete er sich, ohne dass aber ein eigentlicher Kern zu erkennen war. Die Helligkeit des Kometen änderte sich während der ganzen Erscheinung sehr wenig, da die zunächst eintretende Verringerung des Radiusvektors durch die Zunahme der Entfernung von der Erde kompensiert wurde. Soweit die Beobachtungen veröffentlicht sind, ist der Komet vom Entdecker selbst zuletzt am 21. November beobachtet worden; keinesfalls dürfte sich die Sichtbarkeit über den Monat Dezember hinaus erstreckt haben.

Der Komet gehört zur Klasse der Kometen mit kurzer Umlaufszeit; die Elemente, welche Prof. Krueger aus 3 Beobachtungen, 16. Oktober 27. Oktober und 7. November abgeleitet hat, lauten:

Epoche 1892 Oktober 27.5 m. Z. Berlin

$$
\begin{aligned}
M &= 353^\circ\ \ 2'\ \ 8.8'' \\
\left.\begin{aligned}
\pi &= 16^\circ\ 52'\ 36.0'' \\
\Omega &= 206^\circ\ 38'\ 44.9'' \\
i &= 31^\circ\ 12'\ 28.1''
\end{aligned}\right\} &\ \text{M. Äq. 1892} \\
\varphi &= 35^\circ\ 32'\ 13.1'' \\
\mu &= 562.823'' \\
\log a &= 0.533090 \\
U &= 6.\ 3 \text{ Jahre} \\
T &= 1892 \text{ Dezember } 11\ 05 \text{ m. Z. Berlin.}
\end{aligned}
$$

Bemerkenswert ist, dass die Elemente eine frappante Ähnlichkeit mit denen des Wolf'schen Kometen zeigen, so dass an einem gemeinsamen Ursprunge beider Himmelskörper wohl nicht zu zweifeln ist.

Komet 1892 VI (Brooks 28. August), entdeckt von Brooks in Geneva, N. Y., als mässig heller, runder Nebel mit deutlichem Kerne und kurzem, schwachem Schweife. Da der Komet sich längere Zeit hindurch der Sonne und Erde zugleich näherte, zeigte er in den nächsten Monaten eine stark zunehmende Helligkeit, so dass er im November dem blossen Auge, wenn auch nur schwach, sichtbar wurde. Der Schweif konnte zu dieser Zeit mit einem Kometensucher bis auf $2^1/_2{}^0$, auf einer von Archenhold am 26. November aufgenommenen photographischen Platte bis $5^0$ Länge verfolgt werden. Leider hatte der Komet eine stark nach Süden gerichtete Bewegung, so dass er zur Zeit des Maximums der Helligkeit, Mitte Dezember, auf der nördlichen Halbkugel nur noch in unmittelbarer Nähe des Horizontes gesehen werden konnte. Zuletzt ist der Komet auf unserer Hemisphäre, soweit bekannt, am 27. November in Prag beobachtet worden. Auf der südlichen Halbkugel, die rechtzeitig von der Zentralstelle benachrichtigt wurde, bildete der Komet noch mehrere Monate hindurch ein für die Beobachtung günstiges Objekt.

Das Spektrum des Kometen ist am 9. November von Campbell auf Mt. Hamilton untersucht worden. Es zeigten sich neben dem kontinuierlichen Spektrum die drei gewöhnlichen Kometenbänder, von denen aber nur die weniger brechbare Kante des grünen Bandes scharf genug zur Messung war.

Die folgenden Elemente von Prof. Oppenheim sind aus Beobachtungen vom 1. September bis 30 Oktober abgeleitet.

$$T = 1892 \text{ Dezember } 28.1351 \text{ m. Z. Berlin}$$
$$\left.\begin{array}{l}\pi = 157^0\,12'\;\;7.2''\\ \Omega = 264^0\,29'\,31.8''\\ i = \;\;14^0\,47'\,47.4''\end{array}\right\}\text{ M. Äq. 1892}$$
$$\log q = 9.989\,320$$

Komet 1893 I (Brooks 1892 19. November). Der Komet wurde ebenfalls von Brooks in Geneva, N.Y., am 19. November 1892 am Morgenhimmel entdeckt. Sein Aussehen war das eines ziemlich hellen, runden Nebels 10. Grösse von 1' Durchmesser; gegen die Mitte zu, aber nicht ganz konzentrisch liegend, zeigte sich eine beträchtliche Verdichtung; ein Schweif war nicht vorhanden. Der Komet besass eine stark nach Norden gerichtete Bewegung; Mitte Dezember wurde er für unsere Breiten circumpolar und erreichte Anfang Januar 1893 mit $+66^0$ seine nördliche Deklination. Zu derselben Zeit befand er sich im Maximum seiner Helligkeit, der achtfachen derjenigen zur Zeit der Entdeckung; der Durchmesser der Nebelhülle war auf $2'-3'$ angewachsen; ein deutlicher Kern und ein kurzer fächerförmiger Schweif waren sichtbar.

Die nachfolgenden (provisorischen) Elemente sind von Dr. Ristenpart abgeleitet aus einer Zwischenzeit von 28 Tagen

$$T = 1893 \text{ Januar } 6.501\,95 \text{ m. Z. Berlin}$$
$$\left.\begin{array}{l}\pi = 270^0\;\;41'\;\;22.7''\\ \Omega = 185^0\;\;33'\;\;54.3''\\ i = 143^0\;\;49'\;\;23.9''\end{array}\right\}\text{ M. Äq. 1890}$$
$$\log q = 0.077\,628$$

Der periodische Komet 1886 IV (Brooks) ist auch im Frühjahre 1892 nicht aufgefunden worden. Derselbe dürfte, da sich seine Umlaufszeit aus der ersten Erscheinung nur sehr unsicher bestimmt, wohl nahezu als verloren betrachtet werden. Jedenfalls wird seine Aufsuchung in späteren Erscheinungen die Herstellung von sehr umfangreichen Ephemeriden erfordern.

Im Frühjahre 1892 war ferner nach der Vorausberechnung von Prof. R. Gautier die Wiederkehr des periodischen Kometen $\text{Tempel}_1$ zu erwarten.

Die Sichtbarkeitsverhältnisse gestalteten sich etwas günstiger als 1885, aber doch hat der Komet nicht diejenige theoretische Helligkeit erlangt, bei der in früheren Erscheinungen die Beobachtungen wegen Lichtschwäche schon hatten abgebrochen werden müssen. Dazu kam, dass derselbe in sehr südlicher Deklination stand, so dass von vornherein die Möglichkeit, ihn auf der Nordhalbkugel aufzufinden, als nahe aussichtslos betrachtet werden musste. In der That sind alle Versuche, den Kometen wieder zu finden, vergebens gewesen; auch auf der Südhalbkugel ist im Juni 1892 von Tebbutt in Windsor vergebens nach ihm gesucht worden. Es ist dies um so mehr zu bedauern, als der Komet in mehrfacher Beziehung zu den interessanteren seiner Klasse gehört.

Ein merkwürdiges Objekt, das Professor M Wolf auf seinen photographischen Platten vom 19. und 20. März 1892 in $\alpha = 11^h\ 32^m$, $\delta = +10.5^0$ (M. Äqu. 1855) aufgefunden hat, und das derselbe geneigt ist, für eine kometenartige Erscheinung zu halten, fehlte auf einer weiteren Aufnahme vom 22. März; auch die Nachforschungen von Spitaler vom 24. bis 31. März am grossen Wiener Refraktor sind erfolglos geblieben. Die Möglichkeit, dass das Objekt eine Reflexerscheinung des nahe stehenden Saturn gewesen ist, hält der Entdecker für nicht ganz ausgeschlossen, aber doch für unwahrscheinlich."

**Der wahrscheinliche Ursprung des Holmes'schen Kometen.** Der am 6. November 1892 von Holmes zu London entdeckte Komet hat infolge mehrerer Eigentümlichkeiten die allgemeine Aufmerksamkeit der astronomischen Welt auf sich gelenkt. In der That steht er unter den Himmelskörpern, die innerhalb unseres Sonnensystems gesehen worden sind, völlig einzig da. Zunächst hatte seine sehr langsame scheinbare Bewegung der ersten Bahnberechnung Schwierigkeiten bereitet, so dass man anfänglich selbst über die Richtung der Bewegung unsicher war; dann aber ergab sich, dass der Komet sich ununterbrochen von der Sonne und der Erde entfernte und beiden lange vor dem 6. November am nächsten war. Er musste also vorher heller und grösser erscheinen und ist dennoch nicht gesehen worden. Dass ein so helles Gestirn lediglich übersehen worden sein soll, ist bei der Aufmerksamkeit, mit welcher der Himmel gegenwärtig gerade nach Kometen durchsucht wird, schwer anzunehmen, ganz abgesehen davon, dass Holmes ausdrücklich versichert, er habe die Gegend des Himmels, wo er am 6. November den Kometen sah, vorher wiederholt sorgfältig durchmustert, ohne ein verdächtiges Objekt zu finden. Das plötzliche Auftauchen des Kometen ist also eine sehr auffällige Erscheinung. Eine andere Anomalie, die der Komet darbot, war, dass er, obgleich er sich von Sonne und Erde entfernte, sein scheinbarer, also auch sein wahrer Durchmesser an Grösse zunahm, während seine Helligkeit sank. S. J. Corrigan hat nun eine merkwürdige Hypothese [1]) aufgestellt, um diese Eigentümlichkeiten zu erklären. Er nimmt an, dass dieser Komet seinen Ursprung dem Zusammenstosse zweier (bekannter oder noch unbekannter) Asteroïden verdankt. Diese Hypothese hat auf den ersten Blick so viel Überschwängliches an sich, und sie steht unseren bisherigen Erfahrungen

[1]) Astronomy and Astrophysics Nr. 111. p. 24

so fremd gegenüber, dass man sich zunächst nicht sehr für sie erwärmen wird. Indessen, bei näherem Zusehen verliert sie manches Befremdliche und erscheint diskutabler. „Das Resultat eines solchen Zusammenstosses," sagt Corrigan, „müsste, selbst bei mässiger linearer Geschwindigkeit, sein, dass beide Körper in Gas- oder Dampfform aufgelöst würden oder vielmehr in ein Gemisch von Gasen und Dämpfen. Die spektroskopischen Beobachtungen des Kometen Holmes scheinen anzudeuten, dass derselbe hauptsächlich, wenn nicht ausschliesslich, nur in reflektiertem Sonnenlichte glänzte, so dass er wahrscheinlich aus sehr kleinen festen Teilchen besteht. Der Durchmesser einer Dampfkugel, welche durch den angenommenen Zusammenstoss entstand, würde sich nach demselben rasch vergrössern müssen, was mit einer gleichzeitigen Abnahme der Helligkeit zusammenfallen würde. Die von Dr. Kreutz berechneten Bahnelemente des Holmes'schen Kometen, welche der Wahrheit jedenfalls nahe entsprechen müssen, haben grosse Ähnlichkeit mit denjenigen eines Planeten aus der Gruppe der Asteroiden. Die Exzentrizität seiner Bahn beträgt 0.417 209, die Neigung der Bahn gegen die Ebene der Ekliptik 20° 54′, die Umlaufszeit 7.09 Jahre. Eine genauere Prüfung lässt erkennen, dass unter den bekannten Asteroiden sich keine befinden, die gegen den 6. November 1892 zusammengestossen sein können; doch spricht dies nicht gegen die Hypothese, da man, besonders nach den neuesten photographischen Entdeckungen, annehmen muss, dass die grösste Mehrzahl der zwischen Mars und Jupiter zirkulierenden Planetoiden noch unentdeckt ist". Man könnte zwar auch annehmen, der Komet sei durch Explosion eines einzigen Asteroiden entstanden, allein eine solche Annahme würde, wie Corrigan richtig bemerkt, die Schwierigkeiten des Problems nicht vermindern, sondern weit eher vermehren. Auch bemerkt derselbe, dass möglicherweise einige andere Kometen von kurzer Umlaufszeit, z. B. der Faye'sche, der d'Arrest'sche und die Tempel'schen Kometen in ähnlicher Weise durch Zusammenstoss von Mitgliedern der Asteroidengruppe entstanden sein könnten.

**Kometengruppen.** Dr. Berberich hat die Frage erörtert[1], ob bei den Kometen wirklich Bahnverwandtschaften vorkommen, die nicht als bloss zufällige zu betrachten sind, sondern auf einen gemeinsamen Ursprung in der Entstehung der scheinbar zusammengehörigen Kometen hindeuten würden. „Die Antwort," sagt Dr. Berberich, „scheint bereits der Komet Biela zu liefern, der in 4 Erscheinungen bis 1832 als einfaches, 1846 und 1852 hingegen als Doppelgestirn beobachtet worden ist. Das erste Mal waren die beiden Teile noch ziemlich nahe beisammen (40000 Meilen) und passierten ihre Sonnennähe nur 2 Stunden nacheinander; im Jahre 1852 sind die Periheldurchgänge bereits um 8 Stunden verschieden. Bei diesen beiden Kometen ist die ursprüngliche Zusammengehörigkeit direkt erwiesen; leider war jener Zerteilung schnell die völlige Auflösung in einen Sternschnuppenschwarm (oder mehrere Meteorwolken) gefolgt, und damit ist es für uns sehr schwierig geworden, die Weiterentwickelung des

[1]) Naturw. Rundschau 1893. Nr. 18.

Teilungsvorganges zu studieren. Doch lehren uns die Erscheinungen der Bielasternschnuppen von 1872, 1885 und 1892, dass die einzelnen Körperchen trotz weiten räumlichen Abstandes von einander doch noch immer nahe die gleiche Bahn beschreiben, die ihnen ursprünglich eigen war.

Von dem unbedeutenden, nur kurze Zeit beobachteten Doppelkometen 1860 I wollen wir absehen; das Jahr 1889 hat uns ja in dem Kometen Brooks, der wohl mit dem Lexell'schen identisch ist, ein neues und sehr interessantes Beispiel eines mehrfachen Kometen gebracht, dessen kurze Umlaufszeit uns hoffen lässt, noch genauere Forschungen über den Fortgang der Teilung anstellen zu können. Es sei nur kurz erwähnt, dass man die Begleitnebel erst 4 Wochen nach der Entdeckung des Kometen selbst wahrnahm, dass sie auffallende Änderungen in ihrem Aussehen zeigten, dass sie sich gewissermassen zertreuten bis auf einen, der zeitweilig heller war als der Hauptkomet, aber doch im Winter 1889/90 einige Monate vor diesem unsichtbar wurde. Aus den Berechnungen von Bredichin und Chandler scheint hervorzugehen, dass die Lostrennung der Begleiter vom Hauptkometen im Jahre 1886 stattgefunden hat, als der Komet so äusserst nahe bei dem Jupiter vorbeiging, dass seine vorher mehr als 40-jährige Umlaufszeit in eine 7-jährige verwandelt wurde. In jeder der nächsten Erscheinungen werden die Begleiter weiter vom Hauptkometen entfernt sein, und sie werden im Jahre 1921, wo wieder eine starke Annäherung an Jupiter stattfindet, verbunden mit wesentlichen Bahnveränderungen, ungleich abgelenkt werden; ihre Bahnen werden dann nur noch eine allgemeine Ähnlichkeit zeigen, die ebensogut dem Zufalle zugeschrieben werden könnte als einem gemeinsamen Ursprunge, wenn man eben den letzteren nicht gewissermassen direkt beobachtet hätte.

Bei den betrachteten 2 Kometen Biela und Brooks waren die Umlaufszeiten der einzelnen Glieder nur um einige Stunden verschieden; ganz anders liegen die Verhältnisse bei dem „grossen Septemberkometen" 1882 II. Derselbe war bekanntlich der Sonnenoberfläche bis auf 30000 Meilen nahegekommen, sein Kern hatte sich dabei stark erhitzt und weit ausgedehnt und zerfiel dann in mehrere (4) einzelne Kerne, die ihren Lauf ganz unabhängig fortsetzten. Prof. Kreutz fand für sie die Umlaufszeiten 670, 770, 880 und 960 Jahre, so dass es also einige hundert Jahre dauern wird, bis die Teile dieses Kometen alle der Reihe nach wieder erschienen sein werden. Von J. Schmidt und E. Hartwig wurde anfangs Oktober 1882 noch ein Nebel nahe beim grossen Kometen beobachtet, der offenbar von diesem herstammte, aber sogar mit anscheinend hyperbolischer Geschwindigkeit in den Weltraum hinausgetrieben wurde.

Es ist nun eine sehr naheliegende Annahme, dass solche Teilungen unter gleichen Verhältnissen sich wiederholen mögen; man kann es also wohl für möglich und auch für wahrscheinlich halten, dass von dem Kerne des grossen Septemberkometen schon bei früheren Vorübergängen bei der Sonne sich Teile losgelöst haben, die lange vor oder nach dem Hauptkörper als selbständige Kometen wiederkehren konnten. So ist es denkbar, dass die Kometen von 1668, 1689, 1835, 1880 I und 1887 I, ausserdem einige andere unvollständig oder ungenau beobachtete, ursprünglich von einem einzigen Riesenkometen abstammen; die Möglichkeit wird fast zur Gewissheit, wenn man ausrechnet, wie unendlich gering die Wahrscheinlichkeit blossen Zufalles bei der grossen Übereinstimmung der Bahnen ist. Wenn also die Existenz überhaupt eines Kometensystems für sicher zu erachten ist, dann ist es das hier genannte, zu dem wir wohl auch den Kometen des Aristoteles (372 v. Chr.) zu rechnen haben. Eben bei diesem Systeme wurde 1882 die abermalige Vermehrung konstatiert, doch, wie es scheint, an dem ganz kopflosen, in einen langen Nebelstreifen verwandelten Kometen 1887 I auch die Vernichtung solcher Körper."

Dr. Berberich weist darauf hin, dass möglicherweise auch beim Biela'schen Kometen noch mehrere Glieder eines ganzen Systemes existieren

oder wenigstens existiert haben. „Der von Coggia und Winnecke im Dezember 1873 entdeckte VII. Komet dieses Jahres läuft in einer Bahn, die mit der Bielabahn grosse Ähnlichkeit, noch grössere mit der des Kometen 1818 I aufweist. Aus den langwierigen Rechnungen, die L. Schulhof in Paris ausgeführt hat, geht hervor, dass eine Identität zwischen 1818 I und 1873 VII nicht besteht; dagegen schliesst dieser Gelehrte auf ursprüngliche Beziehungen zu dem recht hellen ersten Kometen von 1457, die bei Vergleichung der Bahnelemente deutlich in die Augen springen:

| Komet | $\pi$ | $\Omega$ | $i$ | $q$ |
|---|---|---|---|---|
| 1457 I | 44.5° | 249.7° | 13.3° | 0.703 |
| 1818 I | 84.9 | 252.9 | 21.5 | 0.703 |
| 1873 VII | 85.7 | 250.3 | 30.0 | 0.734 |
| Biela | 109.5 | 251.2 | 13.6 | 0.906 |

Der Biela'sche Komet konnte nur in besonders günstigen Fällen und nur in südlicheren Ländern für das blosse Auge auf kurze Zeit sichtbar werden; es ist also nicht zu verwundern, dass nicht mehr Nachrichten aus früherer Zeit über ihn vorhanden sind. Wohl mögen etliche der zahlreichen unklar und mit allerlei philosophisch - theologischen Zuthaten ausgeschmückten Aufzeichnungen über Kometen hierher gehören. ein direkter Beweis ist aber nicht zu erbringen Nichtsdestoweniger darf man aber mit Schulhof die Existenz eines Bielasystems als nicht unwahrscheinlich ansehen, nur mag es, wie schon gesagt, zum grossen Teile der Vergangenheit angehören.

Prof Bredichin hat den Ursprung des periodischen Kometen überhaupt auf solche Teilungen zurückgeführt, und seine Hypothese erhält durch den am 12. Oktober 1892 von Barnard photographisch entdeckten Kometen eine erhebliche Stütze. Dr. Berberich hat bereits früher darauf hingewiesen, dass die Bahn dieses Kometen mit der des Wolf'schen 1884 III = 1891 II sehr grosse Ähnlichkeit aufweist; dabei muss man noch die Bahn vergleichen, welche letzterer Komet vor der grossen Jupiterstörung im Jahre 1875 beschrieben hat. Vielleicht ist auch der von Coggia am 19. August 1874 entdeckte Komet 1874 IV von etwa 300 Jahren Umlaufszeit dieser Gruppe zuzurechnen.

| Komet | $\pi$ | $\Omega$ | $i$ | $e$ | $U$ |
|---|---|---|---|---|---|
| Barnard . . . | 17° | 207° | 31° | 0.581 | 6.31 Jahre |
| Wolf 1884 . . | 19 | 206 | 25 | 0.561 | 6.68 „ |
| Wolf 1875 . . | 6 | 208 | 29 | 0.393 | 8.54 „ |
| Coggia 1874 . | 5 | 216 | 34 | 0.963 | 300 „ |

Wie Schulhof nachgewiesen hat, erklären sich diese Bahndifferenzen, wenigstens für die Kometen Barnard und Wolf, ganz durch die im Laufe der Zeit vorgekommenen Jupiterstörungen

Auch der oben erwähnte Komet Brooks - Lexell könnte noch „Verwandte“ haben in den Kometen Faye, de Vico und einigen älteren, doch fehlen hierüber bisher gründliche Untersuchungen.

„Dagegen hat das Jahr 1881 eines der merkwürdigsten Beispiele von Bahnähnlichkeiten gebracht in dem grossen Kometen 1881 III Tebbutt Dieser auf der südlichen Halbkugel im Mai erschienene Komet lief so nahe in der Bahn des grossen Kometen von 1807, dass Gould in Cordoba den nördlichen Sternwarten das neue Gestirn kurz als den 1807er Kometen meldete, womit er völlig den Zweck erreichte, dass sich hier die Astronomen den Lauf des Kometen vorausberechnen konnten. Nach Bessel's Rechnungen kann der frühere Komet aber nicht vor dem Jahre 3300 wiederkommen, und die Bahn des Kometen 1881 III hat sogar an 3000 Jahre Umlaufszeit. Schon im Dezember 1880 war von Pechüle in Kopenhagen ein anderer Komet entdeckt worden, dessen Bahn der des grossen Kometen von 1807 noch näher kommt, aber natürlich auch nicht mit ihm identisch ist. Es wurde allgemein als zweifellos betrachtet, dass diese 3 Kometen

ein System bilden, ähnlich wie das des grossen Septemberkometen von 1882. Sowie aber nachträglich ein Glied des letzteren im Jahre 1887 erschien, so sind wohl dem Systeme von 1807 noch die drei in den letzten Jahren erschienenen Kometen 1888 I Sawerthal, 1889 IV Davidson und 1892 I Swift zuzurechnen. Nicht bloss die Bahnähnlichkeit selbst — denn es könnten noch Kometen von stark veränderten Bahnen hierher gehören —, sondern namentlich das physische Verhalten der Kometen spricht für diese Annahme.

Der Komet Sawerthal zeichnete sich besonders durch seinen doppelten Kern aus; wir haben hier die gleiche Erscheinung wie bei dem grossen Septemberkometen, die Hindeutung auf eine vor sich gehende Trennung in zwei selbständige Weltkörper Wie dort, so mag auch hier zwischen der Wiederkehr der beiden Teile ein längerer Zeitraum verfliessen, es werden dann also 2 Kometen mit ähnlichen Bahnen vorkommen. Über den Kometen Davidson liegt gleichfalls, freilich nur von einem Beobachter, eine Wahrnehmung eines Doppelkernes vor, und endlich scheint auch Komet Swift einen nicht ganz homogenen Kern zu besitzen. Von Interesse ist die Thatsache, dass die vermutlich in dieses System gehörenden Kometen Umlaufszeiten von mässiger Grösse besitzen, und dass namentlich die Bahnexzentrizitäten sehr ähnlich sind. Ihre Bahnen liegen aber derart, dass sie von einzelnen Planeten stark geändert werden können, und dies wird sich namentlich in den Umlaufszeiten und Exzentrizitäten aussprechen. Allein auch von einem Fixsterne können die Störungen merklich werden, und zwar von dem Sirius. Die Bahnaphelien liegen nämlich ungefähr in der Richtung des Sirius, und obgleich die Kometen dort von diesem mindestens einige hundert Male weiter entfernt sind, als von unserer Sonne, so summiert sich die störende Wirkung des fernen Sternes Jahrhunderte hindurch an. Hier folgt eine Übersicht über die Bahnelemente der genannten Kometen:

| Komet | $\pi$ | $\Omega$ | $i$ | $e$ | $q$ | $U$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1807 | 271° | 267° | 63° | 0.9955 | 0.646 | 1700 Jahre |
| 1880 V | 261 | 250 | 61 | (?) | 0.659 | unbekannt |
| 1881 III | 265 | 271 | 63 | 0.9964 | 0.735 | 2954 Jahre |
| 1888 I | 245 | 245 | 42 | 0.9961 | 0.699 | 2300 „ |
| 1889 IV | 273 | 286 | 66 | 0.9965 | 1.040 | 5130 „ |
| 1892 I | 265 | 241 | 39 | 0.9986 | 1.023 | 20 200 „ |

Die grosse Umlaufszeit des letzten rührt vielleicht von den Saturnstörungen her, denen er vor einigen Jahren ausgesetzt war. Diese Gruppe zählt wohl noch manche andere Glieder unter den bereits bekannten Kometen (z. B. 1885 V, 1887 IV?), auch könnten die nächsten Jahre noch neue zugehörige bringen. Ein interessanter Komet von kurzer Periode verdient hier noch erwähnt zu werden, nämlich der VI von 1846 Die Umlaufszeit beträgt 13 bis 16 Jahre; im Aphel kommt er dem Saturn sehr nahe und hat wohl auch durch diesen Planeten seine enge Ellipse erhalten. Leider ist er aber seit 1846 nicht wiedergefunden, was wohl daran liegt, dass er für unsere nördlichen Gegenden bei seinem Helligkeitsmaximum zu tief steht. Würde durch seine Wiederauffindung seine Umlaufszeit genauer bekannt, so liesse sich auch berechnen, ob er wirklich ehemals in einer Bahn sich bewegt hat, die sich der Gruppe des grossen Kometen von 1807 anschliesst Gegenwärtig hat er folgende Bahnelemente:

$$\pi = 240^\circ, \quad \Omega = 260^\circ, \quad i = 31^\circ, \quad q = 1.53.$$

„Die physische Untersuchung der Kometen," schliesst Dr. Berberich, „erstrebt die Kenntnis der sie bildenden Stoffe und der physikalischen und chemischen Gesetze unter denen diese Stoffe stehen, ihr Endziel ist die Erforschung des Ursprunges der Kometen. Derselbe Zweck muss auch den Bahnberechnungen zu grunde liegen; man muss diese verwenden, um die gegenseitigen Beziehungen verschiedener Kometen zu ermitteln. Da





**Die Ringgebirge Archimedes, Autolycus, Aristillus und deren Umgebung in 10.3 f. Lichtplatten-Vergrösserung.**

Platte vom 11. Oktober 1891. $7^h\ 27^{1/2m}$.

wir wissen, dass die Bahnen vieler Kometen, namentlich der kurzperiodischen, sehr unstabil sind, so verdient die von Dr. Bredichin zuerst schärfer formulierte Hypothese, dass die Vielheit der Kometen auf den Teilungen einiger weniger beruhe, als ein Hauptgesichtspunkt in der Kometentheorie festgehalten zu werden. Von diesem Standpunkte aus ist es mit besonderer Freude zu begrüssen, dass sich durch die eifrigen Bemühungen zahlreicher Astronomen und Freunde dieser Wissenschaft die Zahl der Neuentdeckungen auf diesem Gebiete in unseren Tagen so stark gemehrt hat. Es wäre nur zu wünschen, dass auch auf der Südhalbkugel der Himmel nach Kometen regelmässig durchforscht würde, da dort gerade die Glieder der Gruppe 1807 bis 1892 I Swift im allgemeinen unter günstigeren Verhältnissen sichtbar sein müssen, darunter auch der erwähnte Komet 1846 VI."

**Eine neue Hypothese zur Erklärung der Kometenschweife** hat Dr. N. Herz aufgestellt[1]). Seit den theoretischen Untersuchungen Bessel's über den Halley'schen Kometen, welche ihre Vervollständigung in den umfassenden Arbeiten Bredichin's gefunden haben, ist die Schröter-Olbers'sche Hypothese der Polarkraft der Sonne, welche, von der Attraktion derselben verschieden, auf die von dem Kometen ausgehenden materiellen, den Schweif bildenden Teilchen einwirkt, als zweifellos angenommen. Nach Bredichin's Untersuchungen lassen sich nun die Kometenschweife in 3 Typen sondern, für welche $1 - \mu = 11.0$, 1.4 und 0.3 ist. Der Wert von $1 - \mu$ ergiebt sich aus der Schweifform selbst, und es ist nicht zu leugnen, dass die einzelnen Kometenschweife sich recht gut in diese Typen einreihen. Allein es scheint dennoch, dass sich mancherlei gewichtige Bedenken gegen diese Klassifikation erheben liessen, und die Hypothese einer nicht unbeträchtlichen Modifikation bedarf.

Es ist klar, dass die Repulsivkraft am grössten sein müsse bei den sonnennahen Kometen; allein von allen untersuchten Kometen sind nur zwei dem ersten Typus angehörige mit Periheldistanzen zwischen 0.1 und 0.2, nämlich die beiden Kometen von 1665 und 1769, ferner der Komet 1744 zwischen 0.2 und 0.3, und der Komet 1853 III, dessen Periheldistanz nahe gleich derjenigen der Merkurbahn ist. Für den Kometen 1843 I, dessen Periheldistanz nur 0.006 war, ist der erste Typus nur mit grosser Unsicherheit zu konstatieren; hingegen haben fünfzehn andere dem ersten Typus angehörige Kometen beträchtliche Periheldistanzen. Hierher gehören: der Halley'sche Komet, die grossen Kometen 1807 und 1811 I, der Komet 1825 IV, der sich durch seine vielen fächerförmig sich ausbreitenden Schweifäste auszeichnete, der Donati'sche Komet 1858 VI. Hingegen findet Bredichin für eine Reihe Kometen, deren Periheldistanzen weit unterhalb derjenigen des Merkurperihels sind, den Typus II, so für den Kometen 1577 (Periheldistanz 0.18), 1823 (Periheldistanz 0.23) und merkwürdigerweise für den mächtigen Kometen von 1680 (Periheldistanz 0.006), der 8 Tage nach seinem Periheldurchgange einen Schweif von 70° Länge hatte. Endlich

[1]) Astron. Nachr. Nr. 3093.

ergab sich, dass der Komet 1853 IV (Periheldistanz 0.17) dem dritten Typus angehört.

Bredichin erklärt die Verschiedenheit der auftretenden Kräfte durch die Verschiedenheit der stoffbildenden Materie. Unter der Annahme, dass die Grösse der Abstossung von dem Molekulargewichte abhängt, so dass auf die leichtesten Moleküle die stärkste Abstossung ausgeübt wird, erhält er die folgende Skala, in welcher die auf Wasserstoff ausgeübte Repulsivkraft gleich 12 gesetzt ist:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| H | 12 | Na, Mg | 0.5 | K, Ca | 0.3 |
| Li | 1.7 | P, S | 0.4 | Fe, Co, Ni, Cu | 0.2 |
| C | 1.0 | Cl | 0.3 | | |
| N | 0.9 | | | | |
| O | 0.8 | | | | |

**Für alle Elemente, deren Atomgewichte zwischen 100 und 200 sind, 0.1.**

Hiernach wäre die Erklärung der verschiedenen Typen nach den Bestandteilen der Kometenschweife völlig begründet, und es würde auch die Erscheinung erklärt sein, dass der Typus I sich ziemlich scharf von den beiden anderen Typen, welche ineinander übergehende Zahlen liefern, scheidet. Hängt aber die Repulsivkraft ausser von der Entfernung von der Sonne auch von der Schweifmaterie ab, so ist die von Bredichin in manchen Fällen konstatierte Abnahme der Repulsivkraft mit der Zeit unerklärlich; denn zur Schweifbildung müssten offenbar die leichter flüchtigen Teile, welche den stärkeren Repulsivkräften entsprechen, länger beitragen. Ich führe die folgenden beiden von Bredichin konstatierten Fälle an: Bei dem Halley'schen Kometen 1835 III fand er vor dem 19. Oktober $1 - \mu = 10.9$, nachher 0.15; für den Kometen von 1618 war zwischen dem 30. November und 14. Dezember $1 - \mu = 0.9$, zwischen dem 15. und 18. Dezember $1 - \mu = 0.5$ und zwischen dem 29. Dezember und 16. Januar $1 - \mu = 0.3$. Es wäre aber noch folgendes zu bemerken: Kräfte, welche mit der allgemeinen Gravitation vergleichbar sind, sind, wenigstens nach den bisherigen Erfahrungen, von der Masse unabhängig, da die der bewegten Masse proportionale Kraft eine der Masse umgekehrt proportionale Beschleunigung erteilt. Kräfte hingegen, welche nach Art der elektrischen Fernwirkungen auftreten, sind von der gravitierenden Masse unabhängig und richten sich nach der auftretenden elektrischen Masse. Letztere hängt, für den Fall, dass man es mit der Elektrizität selbst zu thun hat, von der Dielektrizitätskonstante ab, die nach unseren bisherigen Erfahrungen in keinem einfachen Konnexe mit den Molekulargewichten steht. Für diesen Fall wäre dann die obige Relationsskala nicht massgebend. Für alle Fälle aber würde es sich bei einer Verbindung der verschiedenen Schweiftypen mit den Schweifbestandteilen um eine spektralanalytische Untersuchung der der Rechnung zu unterwerfenden Kometen in bezug auf die chemische Konstitution handeln. Es scheint allerdings schon jetzt so viel sichergestellt zu sein, dass die meisten Kometen, ohne Rücksicht

auf den Typus, in welchen sich ihre Schweifform einreiht, nicht aus Wasserstoff, sondern aus Kohlenwasserstoffen bestehen, und andere Elemente nur ausnahmsweise auftreten.

Die Konstanz der Schweifform des Typus I gegenüber der Variabilität derjenigen der beiden anderen Typen ist aber wohl auch nur eine scheinbare. Betrachtet man ceteris paribus den für die Grösse der Repulsivkraft charakteristischen Wert von $1 - \mu$ als Parameter eines Kurvensystems, so wird man sich unschwer überzeugen, dass die resultierenden Kurven um so rascher ihre Gestalt ändern, je kleiner $1 - \mu$ ist. Durchläuft $1 - \mu$ die Werte von 0 bis $\infty$, so wird die Schweifkurve sich ungefähr um $90^0$ drehen. Der grösste Teil dieser Drehung (etwa $^4/_5$) entfällt auf die Werte 0 bis 2, zwischen 2 und 12 wird eine weitere Drehung um etwa $15^0$ eintreten, und von 12 bis $\infty$ entfallen kaum mehr als $5^0$. Thatsächlich finden in der Berechnung der Schweife des ersten Typus Unsicherheiten statt, die denjenigen in der Berechnung der beiden anderen Typen kaum nachstehen und die Isoliertheit des Schweiftypus I illusorisch machen. Bredichin fand für die folgenden Kometen die beigesetzten Zahlen für $1 - \mu$:

| | Komet | $1-\mu$ | | Komet | $1-\mu$ |
|---|---|---|---|---|---|
| | 1858 VI | 6 | | 1862 III | 11 |
| | 1472 | 6.2 | | 1665 | 12 |
| | 1807 | 9.3 | Halley | 1682 | 12 |
| | 1877 II | 9.3 | | 1744 | 12 |
| | 1811 I | 10.4 | | 1769 | > 12 |
| Halley | 1835 III | 10.9 | | 1861 II | 12.2 |

Die Unsicherheit erreicht jedoch wiederholt einen so hohen Grad, dass Bredichin nur einen angenommenen Wert von $1 - \mu$ mit den Beobachtungen vergleicht; so für die Kometen: 1843 I, 1853 III, 1863 IV, 1881 II, 1881 III. Inwiefern hier wesentlich geänderte Werte von $1 - \mu$ zulässig sind, könnte wohl nur die thatsächliche, neuerliche Durchführung der Rechnung zeigen; dass aber ziemlich starke Änderungen als zulässig angesehen werden müssen, ergiebt sich wohl aus dem früheren von selbst, ist aber aus einzelnen Rechnungen Bredichin's (über die Kometen 1769, 1811 I, 1850 VI) ersichtlich. Ob zwar in vielen Fällen, wie dies Bredichin annimmt, die Ungenauigkeit der Beobachtungen die Schuld an der Unsicherheit der Bestimmung tragen könnte, so dürfte wohl nicht zum geringsten Teile diese in der Natur der Sache selbst gelegen sein.

Es ist hier notwendig, auf eine wichtige Arbeit Zöllner's hinzuweisen, welche nicht nur die Möglichkeit, sondern sogar die Notwendigkeit materieller Kometenschweife zu erweisen scheint. Zöllner geht von dem Satze aus: „Es muss zwischen der Masse eines jeden im Weltraume sich selbst überlassenen Körpers und der Spannkraft seiner Dämpfe bei der herrschenden Temperatur eine quantitativ bestimmte Beziehung geben, welche notwendig stattfinden muss, wenn die Stabilität des Aggregatzustandes eines grösseren oder geringeren Teiles der Masse möglich sein soll." Durch Anwendung vollkommen einwurfsfreier Prinzipien gelangt er dazu, einen Grenz-

wert der Masse einer gegebenen Substanz anzugeben, für welchen die Attraktion der Masse auf die durch Verdunsten entstandene Hülle noch ausreicht, um eine Verflüchtigung in den Weltraum hintanzuhalten. Ist $\sigma$ die Dichte (bezogen auf diejenige des Wassers als Einheit), p der einer gegebenen Temperatur zugehörige Dampfdruck (in Metern), so wird der Halbmesser der Kugel gegeben durch

$$r = 31147 \frac{\sqrt{p}}{\sigma}.$$

p ist eine der Erfahrung zu entnehmende Grösse; sie beträgt z. B. für Wasser von 32° C. 0.32 *mm*, für Quecksilber von 40° C. 0.077 *mm*; dem entsprechen dann die Werte r = 557 *m*, bezw. r = 20 *m*. Für eine flüssige Eisenkugel von 10 *mm* Halbmesser würde ein auf dieselbe wirkender Druck von 0.000000006 *mm* nötig sein, um die Stabilität ihres Zustandes zu sichern. Dasselbe gilt nun für jeden festen Körper. Unter der daraus folgenden, völlig berechtigten Annahme, dass selbst jeder feste Körper eines gewissen, durch die Attraktion desselben bewirkten Druckes bedarf, um seinen Übergang in den gasförmigen Zustand zu verhindern, ist der Schluss auf „die materielle Erfüllung des Weltraumes mit denjenigen Stoffen, aus welchen die in ihm befindlichen Körper bestehen“, unvermeidlich.

Bei einer gleichmässigen Dichtigkeit des den Weltraum erfüllenden Stoffes würde weiter die Stabilität der kosmischen Massen nur von der Temperatur abhängen, welcher sie eben ausgesetzt sind; denn da bei steigender Temperatur die Dampfspannung p wächst, so würde der Grenzwert, welchen man der Masse, bezw. dem Radius beilegen müsste, immer grösser angenommen werden müssen. Dann allerdings müssten Meteormassen, in die Attraktionssphäre der Sonne gelangt, in Dampfkugeln verwandelt werden, die eventuell Dampfmassen an den Weltraum abgeben.

Es besteht nun kein Zweifel, dass der Weltraum, soweit er unserer Erfahrung zugänglich ist, mit einem äusserst dünnen Stoffe erfüllt ist, welcher sich in der Nähe der Sonne als Widerstand leistendes Medium offenbart. Ohne auf die Konstitution dieses hypothetischen Mediums weiter einzugehen, kann jedoch als empirisch erwiesen angesehen werden, dass dasselbe durch die Attraktion der Massen selbst in deren Nähe eine grössere Dichte erreicht. Dadurch werden aber die Bedingungen für die Stabilität von selbständigen Massen im Weltraume von selbst teilweise erfüllt, und es bleibt daher möglich, dass in derjenigen geringsten Entfernung von der Sonne, bis zu welcher die Kometen gelangen, die Dichte des Mediums noch hingereicht hat, um wenigstens die schwer schmelzbaren Substanzen an der völligen Verdampfung zu verhindern. Dass dieses aber nicht nur möglich, sondern sogar wahrscheinlich ist, ist aus dem Umstande zu entnehmen, dass die Körper nach dem Durchgange durch das Perihel noch bestanden haben und nicht völlig in Dampf

aufgelöst worden sind. Indem uns ein Massstab fehlt, um die in solchen Entfernungen von der Sonne bei diesen Körpern auftretenden Temperaturen abzuschätzen, und andererseits die Kenntnisse von den Bewegungen der Himmelskörper noch nicht so weit vorgeschritten sind, um über die Dichte des in der Umgebung der Sonne befindlichen Mediums unzweideutige Aufschlüsse zu geben (indem es bisher den Anschein hat, als ob alle möglichen Widerstandsgesetze zur Erklärung der betreffenden anomalen Bewegungserscheinungen, soweit sie sich uns bisher offenbarten, ausreichen würden), können weitere Folgerungen nicht gezogen werden. Unsere Kenntnisse scheinen jedoch vorerst hinzureichen, um zu konstatieren, dass ein Sieden der Kometenmassen und ein Auflösen oder Zerstäuben derselben in Dampf selbst in den grössten beobachteten Sonnennähen nicht gerade unbedingt auftreten muss.

Allein es könnten immerhin Verdampfungen eintreten, in deren Gefolge eine Elektrizitätserregung auftreten müsste; die ungeheuere Geschwindigkeit, welche die Partikelchen infolge der elektrischen Abstossung der Sonne erhalten würden, und welche völlig ausreichen würde, um selbst die Entwickelung eines Schweifes von 60 Millionen Meilen innerhalb zweier Tage zu erklären, wäre auf Grund der diesbezüglichen Rechnungen Zöllners auch unanfechtbar, wenn ein widerstehendes Mittel nicht vorhanden wäre. Es ist jedoch kaum zulässig, ein solches Medium als notwendige Folge der materiellen Erfüllung des Weltraumes anzunehmen, und bei einer Gelegenheit, wo die Wirkung desselben am auffälligsten hervortreten muss, zu ignorieren. Gerade für die Berechnung der Geschwindigkeiten, welche die Teilchen der Kometenschweife unter der Einwirkung einer elektrischen Repulsion durch die Sonne annehmen sollten, wäre es unbedingt notwendig, auf den Widerstand des Mediums Rücksicht zu nehmen, und es ist sehr leicht einzusehen, dass die enormen Anfangsgeschwindigkeiten sehr bald in sehr mässige umgewandelt werden würden[1]).

Doch hält Zöllner die Möglichkeit blitzartiger Entladungen innerhalb der Dampfhülle und der Schweife nicht für ausgeschlossen; „es wird dieselbe bei der vorausgesetzten permanenten elektrischen Erregung sogar wahrscheinlich, und einzelne an einigen Kometen gemachte Beobachtungen, die sich leicht hierdurch erklären liessen, scheinen direkt auf das vereinzelte Vorkommen derartiger Prozesse hinzudeuten.“

Demgegenüber glaubt Dr. Herz, dass die folgende Annahme nicht unberechtigt ist, welche sich wesentlich auf die Annahme stützt, dass die Sonne als eine Elektrizitätsquelle zu betrachten ist, welche in den ihr gegenüberstehenden Körpern durch Influenz Elektrizität

---

[1]) In seinen „Untersuchungen über den Donati'schen Kometen“ macht Pape wohl auf den Widerstand des Mediums aufmerksam, hält denselben jedoch für so gering, dass er die ohne Berücksichtigung desselben erhaltenen Resultate nicht wesentlich modifizieren könne.

erregt. Durch den Eintritt eines fremden oder wenigstens nicht beständig in derselben Entfernung von der Sonne weilenden Körpers in die zur nächsten Umgebung der Sonne gehörigen Regionen tritt eine Störung des durch die allseitige elektrostatische Induktion der Sonne hervorgerufenen elektrischen Feldes ein." Behält man die Annahme bei, dass der ganze Weltraum von einem äusserst dünnen dielektrischen Medium erfüllt ist, welches sich in der Nähe der grösseren Himmelskörper immer mehr verdichtet und um dieselben atmosphärische Hüllen bildet, wobei es gleichgiltig ist, welche chemische Konstitution für dasselbe angenommen wird, so wird man dasselbe als allerdings mit wachsender Entfernung von der Sonne immer schwächer polarisiert ansehen können. Die gleichmässige Polarisation wird nur unterbrochen in der Nähe der die Sonne umkreisenden Himmelskörper und giebt Anlass zu Niveaustörungen der Atmosphären, welche bei einem nicht rotierenden Himmelskörper symmetrisch gegen den Radiusvektor desselben auftreten und bei einem rotierenden Himmelskörper sich über die durch die Rotation entstandene Figur der Atmosphäre in theoretisch bestimmbarer Weise superponieren. Nachdem die elektrische Verteilung wesentlich abhängig ist von der Entfernung der Himmelskörper von der Sonne, so wird speziell bei den Kometen die elektrische Verteilung und mit ihr die Figur des Kometen mit der veränderlichen Distanz von der Sonne ebenfalls Veränderungen unterliegen; bei der fortgesetzten Annäherung an die Sonne muss sich eine immer wachsende Flutwelle in der Richtung des Radiusvektors erzeugen. Die Dichte der Elektrizität hängt überall von der Dielektrizitätskonstante des Mediums und von der Krümmung der Niveauflächen desselben ab, und sie kann sich bei der wachsenden Annäherung an die Sonne so weit steigern, dass Ausgleichungen der Elektrizität zwischen den polarisierten Teilchen der Kometenhülle und des sie umgebenden, dem Weltraume angehörigen Mediums stattfinden. Derartige Ausgleichungen müssen aber weitere Ausgleichungen zwischen den einzelnen Partikelchen des letzteren, und zwar vorwiegend in der Richtung des Radiusvektors des Kometen zur Folge haben, und würden Lichterscheinungen erzeugen, welche nicht unähnlich denjenigen sind, die in mit stark verdünnten Gasen gefüllten Geissler'schen Röhren auftreten [1]).

Hiernach wären also die Kometenschweife nur optische Begleiterscheinungen stark polarisierter Kometen. Die Ausdehnung und Intensität der Schweife würde von der Dielektrizitätskonstante der den Kometen bildenden Substanz, von der Dichte des den Kometen umgebenden polarisierten Mediums und von der Entfernung von der

[1]) Eigentliche Glimmlichterscheinungen können es nach den Versuchen Hasselberg's nicht sein. Scheiner (die Spektralanalyse der Gestirne) äussert eine der obigen ähnliche Ansicht, doch findet nach ihm die Ausgleichung zwischen den Teilchen des Kometenschweifes, der substantiell mit dem Kometen verbunden ist, statt.

Sonne abhängen. Hiermit lassen sich auch die Unregelmässigkeiten in der Schweifentwickelung: doppelte Schweife, Nebenschweife, unregelmässige Länge der Schweife, sowie das plötzliche Verlängern oder Verkürzen einzelner Schweifteile und die oft beobachteten unausgesetzten Intensitäts- und Formänderungen derselben, das sogenannte „Schiessen“, „Spielen“ und „Fluktuieren“ der Schweife, leicht und ungezwungen durch Unregelmässigkeiten im elektrischen Felde erlären, welche dadurch entstehen können, dass der Komet Gegenden durchwandert, in welchen sich andere polarisierte, aber dunkle oder nur wenig leuchtende und daher nicht gut sichtbare Körper (kleine Planeten, Sternschnuppen) befinden. Es mag noch erwähnt werden, dass die spektralanalytische Untersuchung der Kometen die Thatsache unzweifelhaft feststellte, dass das Leuchten der Kometen elektrischen Entladungen zu verdanken ist, indem nämlich in jenen Fällen, wo in dem Spektrum der Kometen Metalllinien konstatiert wurden, das stets vorhandene Kohlenwasserstoffspektrum bedeutend zurücktrat.

Für die merkwürdige, bei dem Kometen 1811 I wahrgenommene Erscheinung des dunklen Zwischenraumes zwischen dem Kometenkopfe und der parabolisch gekrümmten, die beiden Schweifäste miteinander verbindenden Lichthülle liesse sich hiernach ebenfalls leicht eine Erklärung geben, welche in einer eigentümlichen Beobachtung Herschel's eine wesentliche Stütze finden würde. Dieser fand nämlich, dass die Farbe des Kometen selbst in allen Teleskopen grünlich oder bläulichgrün war, während die Farbe der Lichthülle eine sehr bestimmt gelbliche, im auffallenden Kontraste mit der grünlichen Farbe des Kopfes stehende war. Es würde dies darauf hindeuten, dass man es mit einer disruptiven Entladung an einer negativen Elektrode bei hochgradiger Verdünnung des die Entladung vermittelnden Gases zu thun hat. In diesem Falle wäre auch die bei dem Donati'schen Kometen 1858 VI von Winnecke beobachtete schichtenförmige Lagerung von Lichtausströmungen nur eine von der obigen quantitativ, nicht aber qualitativ verschiedene Erscheinung.

Der Umstand aber, dass die mächtigen Kometenschweife nicht die starke Krümmung zeigen, welche sie bei den in den kleinen Periheldistanzen stattfindenden ausserordentlichen Geschwindigkeiten der Kometen in ihren Bahnen annehmen müssten, wenn sie thatsächliche Ausströmungen wären; dass weiter die Kometen nicht jene Massenverluste zeigen, welche sie notwendig erleiden müssten, wenn von ihnen beständig die ganz ausserordentlichen Quantitäten von wenn auch noch so verdünnten Massen ausströmen würden, deutet darauf hin, dass die Kometenschweife nicht substantiell den Kometen eigentümlich sind. Ausströmungen können und werden wohl stattfinden, sie werden aber kaum mit merklichen Massenverlusten verbunden sein und dürften in vielen Fällen bei einer grösseren Entfernung von der Sonne mit Kondensationen und Kontraktionen endigen, wie solche von Herschel und Schröter bei dem

Kometen 1811 I konstatiert wurden[1]). Endlich ist wohl auch der elektrische Ausgleich an Massen gebunden; allein hier kann die Massenüberführung wohl als Massenaustausch ohne nennenswerte Massenverluste angesehen werden.

Schliesslich muss noch des Einflusses gedacht werden, welchen Massenausströmungen einerseits und die elektrische Erregung, andererseits auf die Bewegung der Kometen äussern. Massenausströmungen müssen die letztere in zweierlei Weise affizieren: durch Schwerpunktverschiebungen und durch eine Art von Reaktionserscheinungen. Die erstere fällt weniger ins Gewicht; nimmt man an, dass der Komet in einem Tage 0.0001 seiner Masse ausstrahlt, und der Schweif beständig aus einer ungefähr dieser gleichen Masse besteht, so würde die Verschiebung des Schwerpunktes 0.000 05 Schweiflängen betragen, also für einen Schweif von etwa 10° Länge ungefähr 1″. Bezüglich des zweiten Punktes findet Bessel, dass für den Halley'schen Kometen eine tägliche Ausströmung von 0.001 seiner Masse die Umlaufszeit um 1107 Tage verkürzen würde. Ist jedoch der Schweif nur eine optische Begleiterscheinung, wie ich dies anzunehmen geneigt bin, so wird die Bewegung der Kometen und der auf seine nächste Umgebung beschränkten Ausströmung (der Nebelhülle) als von störenden Einflüssen dieser Art frei anzusehen sein. Hingegen können Störungen durch elektrische Kräfte auftreten, da der elektrische Zustand (die elektrische Masse) nach stattgefundener partieller Entladung wohl anders sein kann als vor dem Beginne derselben."

## Sternschnuppen und Meteore.

**Die Bahn des Meteors vom 7. Juli 1892** ist durch Prof. v. Niessl berechnet worden[2]). Das Meteor zeichnete sich durch eine ungewöhnlich lange Bahn in den obersten Regionen der Atmosphäre aus und dadurch, dass eine aufsteigende Bahn sich aus den Beobachtungen als wahrscheinlich ergiebt. Als Lage des Endpunktes findet Prof. v. Niessl einen Ort in 29° 12.6′ östl. L. von Ferro und 41° 26.3′ nördl. Br. und die Höhe des Meteors in diesem Punkte zu 158 *km*. Für den scheinbaren Radianten folgt: Rektasz. 349°, Dekl. + 8°. Hieraus ergiebt sich, dass in bezug auf den Horizont des Endpunktes die gesehene Bahn aus 250.2° Azimut und 99.5° Zenithdistanz gerichtet, d. h. also 9.5° gegen den Horizont des Endpunktes aufsteigend war.

---

[1]) Bei dem Lichtausbruche des Kometen 1884 I fand eine wesentliche Helligkeitszunahme des kontinuierlichen Spektrums statt, und es kann daher wohl schwerlich an eine erhöhte Gasausströmung gedacht werden. Bei dem Donati'schen Kometen 1887 VI beobachtete Winnecke eine Verkleinerung des Kernes gegen das Perihel zu und nachher eine schwache Vergrösserung desselben.

[2]) Sitzungsber. d. k. Akad. in Wien. Mathem.-naturw. Klasse **102.** Abt. II. April 1893.

„Ferner ergiebt sich hieraus, dass das Perigeum oder jener Punkt der Bahn, welcher der Erde am nächsten lag, sich in 41° 40.5′ östl. L. und 44° nördl. Br., das ist WSW von Karakal in Rumänien und 68 *km* (9.2 geogr. Meilen) über der Erdoberfläche befand. In bezug auf den Horizont dieses Punktes war die Bahn horizontal, allein mit Rücksicht auf die Krümmung der Erdoberfläche erhob sie sich sowohl gegen W als gegen O hin immer mehr und mehr über die letztere. Indem das Meteor von der Ostseite herkam, verfolgte es also bis zu dem hier erwähnten Punkte der grössten Erdnähe eine absteigende Bahn. Von hier aus bewegte es sich, indem es sich beständig von der Erdoberfläche wieder mehr und mehr entfernte, über die Donau an der Lom-Mündung, nur wenige Kilometer nördlich von Alexinac und fast über Krusevač in Serbien, nördlich von Sienica im Gebiete von Novibazar, nur wenig südlich von Stolac in der Herzegowina, über die Westspitze der dalmatinischen Insel Meleda, südlich von Lagosta, nördlich von Vasto in Italien, über die Abruzzen bei Solmona, über Albano bei Velletri, südlich von Ostia zu dem vorhin bezeichneten Endpunkte. Es ist beizufügen, dass die geozentrische Bahn, soweit sie hier beschrieben ist, als gerade betrachtet und berechnet wurde. In Wirklichkeit war sie zwar ein hyperbolischer Bogen, aber wegen der grossen Geschwindigkeit so wenig von der geraden abweichend, dass die vorhandene Krümmung auch durch die genauesten Beobachtungen nicht nachweisbar sein konnte."

Die geozentrische Geschwindigkeit findet Verf. zu 87.0 *km* oder, von der Erdstörung befreit, zu 86.3 *km* und den Radianten in 349.2° Rektasz. und 7.8° nördl. Dekl. oder 353.2° Länge und 11.4° nördl. Breite. Die Länge des aufsteigenden Knotens war 106°, und hieraus ergiebt sich die heliozentrische Geschwindigkeit zu 66.5 *km*. Endlich folgt hieraus, dass dieses Meteor aus dem Weltraume in der heliozentrischen Richtung, welche durch den Ausgangspunkt: 351.3° Länge und 17.6° nördl. Breite bestimmt ist, in das Sonnensystem eingetreten ist und in demselben eine Hyperbel, deren Axe ungefähr 0.4° betrug, beschrieben hat. In dieser Bahn ist es der Erde in ihrem Laufe um die Sonne fast entgegengekommen, denn die Elongation des scheinbaren Radianten vom Apex der Erdbewegung betrug nur 27.5°, und auch die wahre Elongation ergiebt sich nicht grösser als 40°, entsprechend einer entschieden rückläufigen Bahn.

Hieraus erklärt es sich, dass die relative Geschwindigkeit eine sehr grosse gewesen sein muss, wie dies auch aus der Analyse der Beobachtungen hervorgeht.

„In solcher Lage des Radianten," fährt Prof. v. Niessl fort, „werden grosse Feuerkugeln nicht sehr häufig beobachtet, und auch entsprechende Meteoritenfälle kommen ziemlich selten vor, sehr wahrscheinlich deshalb, weil die bedeutende Geschwindigkeit, mit welcher die Massen alsdann durch die Atmosphäre der Erde ziehen, ihre

vollständige Auflösung schon in den höheren Regionen beschleunigt, so dass nur grössere Körper dieser Art, welche gewiss viel seltener vorkommen als die kleinen, in tiefe atmosphärische Schichten gelangen.

Es kann angenommen werden, dass die in Rede stehende Erscheinung begünstigt wurde durch die grosse Höhe der Bahn in sehr dünnen atmosphärischen Schichten und vielleicht auch durch den Umstand, dass bei der horizontalen Lage derselben der Übergang in dichtere Schichten nicht so rasch erfolgte als bei Bahnen von grosser Neigung. Trotzdem zeigte die Erscheinung noch immer ganz deutlich die Merkmale allmählicher Auflösung, und man wird annehmen müssen, dass die Massen beim Eintritte in die Atmosphäre nicht unbeträchtlich waren.

In dem mir bekannten Materiale befindet sich keine Feuerkugel aus dieser Epoche, deren Radiationspunkt dem der gegenwärtigen nahe liegen würde, dagegen finden sich mehrere solche Fälle in den Monaten September bis Januar, für welche der scheinbare Radiationspunkt zwar an eine ganz andere Stelle des Himmels fällt, während der kosmische Ausgangspunkt, also die Richtung, in welcher diese Massen in das Sonnensystem getreten sind, innerhalb der gewöhnlichen Fehlergrenzen gut genug mit dem gegenwärtigen Falle übereinstimmt. Diese Epoche umfasst zum grössten Teile jene Lagen, wo die relative Geschwindigkeit solcher Meteoriten, welche, aus dem bezeichneten Ausgangspunkte kommend, mit der Erde zusammentreffen, eine viel geringere ist und insbesondere im Dezember und Januar auf den dritten Teil derjenigen herabsinkt, welche beim Zusammenstosse im Juli entsteht."

**Die Biela-Sternschnuppen des 23. November 1892.** In jenem Jahre sind die Biela-Meteore in Europa kaum wahrgenommen worden, woran zum Teile die ungünstige Witterung Schuld trug, dann auch der Umstand, dass man diese Meteore um den 27. November erwartete (wie 1872 und 1885), an welchem Tage sie nicht auftraten, sondern vielmehr an den Abenden des 23. und 24. November. An diesen Abenden zeigte sich die Erscheinung sehr grossartig in Nordamerika. Ein Beobachter an Bord eines Dampfers südlich von der Insel Hayti zählte in der Zeit von $7^h$ abends bis $1^h$ früh pro Minute 100 Meteore, „in allen Richtungen schien der Himmel lebendig zu sein". Der Radiationspunkt stand hoch am Himmel, aber selbst gegen $4^h$ früh, als er bereits tief stand, erschienen noch immer zahlreiche Meteore. In Kalifornien ist der Schwarm am Abende des 23. November ebenfalls gesehen worden, am folgenden Abende war dagegen nichts mehr davon wahrzunehmen. Dr. A. Berberich bemerkt über diese Meteore folgendes[1]: Im Jahre 1892 war der Schwarm gewiss ebenso reich, wenn nicht noch reicher. Die Erscheinung 1885 muss sowohl diese als die vor-

[1]) Naturwissensch Rundsch. 1893. Nr. 14. p. 170.

jährige an Pracht übertroffen haben. Die Intensität hängt ausser von der Dichte des Schwarmes auch von dem Umstande ab, ob ihn die Erde mehr oder weniger zentral durchläuft. Es scheint, dass in beiden Beziehungen wesentliche Unterschiede in den drei Erscheinungen nicht bestehen, doch lassen sich geringe Differenzen zunächst nicht verfolgen. Eine allmähliche Auflösung des Schwarmes würde sich in der Verlängerung der Thätigkeitsdauer auf mehrere Tage aussprechen. Die Dauer des Schwarmes beschränkte sich auf den 23. November, und das Maximum traf die Erde in 62.4° Länge (Äq. 1892.0), 1885 fand es statt, als die Erde von der Sonne gesehen in 65.8° Länge war; die Verschiebung des Bahndurchschnittes mit der Erdbahn beträgt also 3.4°, die Verfrühung der Erscheinung 3.4 Tage. Mehrere von den künftigen Erscheinungen, zunächst die von 1899, werden wieder auf den 23., resp. 24. November fallen

**Über die Bildung der Meteoriten** äussert sich Daubrée im Anschlusse an die Untersuchungen des Meteoriten von Cañon Diablo [1]). Er weist zunächst darauf hin, dass der Meteorit von Cañon Diablo ganz besonders durch die Ungleichmässigkeit seiner Struktur, selbst an sehr benachbarten Partien, auffällt, obwohl er seinem Aussehen nach eine Schmelzung durchgemacht zu haben scheint. Dann hebt Daubrée hervor, dass er bei seinen älteren Versuchen zur künstlichen Nachahmung der gewöhnlichen Steinmeteoriten unter Anwendung hoher Temperaturen die Silikate, Peridot und Enstatit stets in deutlichen, voluminösen Krystallen erhalten, während diese Silikate in den Meteoriten regelmässig in sehr kleinen und verschwommenen Krystallen vorkommen. Daubrée hatte schon damals die Krystalle, die er beim Schmelzen der Steinmeteoriten erhalten, mit den langen Eisnadeln verglichen, welche sich beim Frieren des flüssigen Wassers bilden, während die feinkörnige Struktur der natürlichen Meteoriten mehr dem Reife und Schnee ähnlich sei, welche bekanntlich beim Übergange des Wasserdampfes in den festen Zustand entstehen. Auch die zahllosen Eisenkörnchen, die diese Meteoriten durchsetzen, weisen darauf hin, dass sie sich nicht durch eine Schmelzung dort isoliert haben. Die damals ausgesprochene Vorstellung ist später durch Versuche von Meunier bestätigt worden, welcher die verschiedenen Meteoritenmineralien nachgeahmt hat mittels Gasreaktionen, d. h. durch die gegenseitige Zersetzung von Dämpfen. Die Beobachtung und das Experiment führen somit übereinstimmend zu der Annahme, „dass in den Himmelskörpern, von denen sie herkommen, die Meteoriten nicht durch eine einfache Schmelzung sich gebildet haben, sondern viel wahrscheinlicher durch einen Niederschlag von Dämpfen, welche plötzlich aus dem gasförmigen Zustande in die feste Form übergeführt worden sind. Wenn diese Dämpfe verschiedener Natur waren, so begreift man die heterogene Beschaffenheit der festen Produkte, welche sie gebildet haben.“

---

[1]) Compt. rend. 1893. **116.** p. 345.

## Fixsterne.

**Fixsternparallaxen durch photographische Aufnahmen bestimmt.** Prof. Pritchard hat auf der Sternwarte zu Oxford mit Hilfe eines 13-zölligen Reflektors von 10′ Brennweite photographische Aufnahmen von Fixsternen gemacht, zu dem Zwecke, deren Parallaxen auf diesem Wege zu bestimmen [1]). Es wurden dabei Trockenplatten benutzt und in jeder Nacht vier getrennte Aufnahmen gemacht. Als Ergebnis wurden die Parallaxen von nicht weniger als 29 Sternen mitgeteilt. Dieselben sind in der nachstehenden Tabelle enthalten:

| Stern | α, 1800 | | δ, 1880 | | Parallaxe | Zeit der Beobachtung |
|---|---|---|---|---|---|---|
| α Andromedae | 0h | 2m | 28° | 26′ | +.058″ | Jan. 1889 bis Juni 1890 |
| β Cassiopeiae . | 0 | 3 | 58 | 29 | +.157 | Okt. 1887 „ Nov. 1888 |
| α „ . | 0 | 34 | 55 | 53 | +.036 | Dez. 1887 „ Dez. 1888 |
| γ „ . | 0 | 50 | 60 | 4 | +.018 | Aug. 1887 „ Aug. 1888 |
| μ „ . | 1 | 0 | 54 | 20 | +.038 | Okt. 1886 „ Okt. 1887 |
| β Andromedae | 1 | 3 | 34 | 59 | +.074 | Juni 1889 „ Sept. 1890 |
| α Urs. Min. . | : | 15 | 88 | 40 | +.078 | Febr. 1887 „ Juli 1888 |
| α Arietis . . | 2 | 0 | 22 | 54 | +.083 | Jan. 1888 „ Jan. 1890 |
| β Persei . . | 3 | 0 | 40 | 30 | +.060 | Aug. 1890 „ Aug. 1891 |
| α „ . . | 3 | 16 | 49 | 26 | +.087 | Aug. 1888 „ Aug. 1889 |
| β Tauri . . . | 5 | 19 | 28 | 30 | +.063 | März 1890 „ Sept. 1891 |
| β Aurigae . . | 5 | 51 | 44 | 56 | +.062 | März 1889 „ Sept. 1890 |
| γ Geminor. . | 6 | 31 | 16 | 30 | —.023 | März 1889 „ Sept. 1890 |
| β Urs. Maj. . | 10 | 55 | 57 | 1 | +.088 | Mai 1889 „ Mai 1890 |
| α „ . | 10 | 56 | 62 | 24 | +.046 | Dez. 1888 „ Dez. 1889 |
| β Leonis . . | 11 | 43 | 15 | 15 | +.029 | Dez. 1888 „ Juni 1890 |
| γ Urs. Maj. . | 11 | 48 | 54 | 22 | +.095 | Mai 1889 „ Mai 1890 |
| ε „ . | 12 | 49 | 56 | 37 | +.081 | Okt. 1888 „ Nov. 1889 |
| η „ . | 13 | 43 | 49 | 55 | —.046 | Juli 1888 „ Aug. 1889 |
| β Urs. Min. . | 14 | 51 | 74 | 39 | +.029 | Jan. 1889 „ Febr. 1890 |
| α Coronae . . | 15 | 30 | 27 | 7 | —.037 | Juli 1888 „ Juli 1889 |
| γ Draconis . | 17 | 54 | 51 | 30 | +.050 | Jan. 1891 „ März 1892 |
| γ Cygni . . | 20 | 18 | 39 | 52 | +.104 | Mai 1888 „ Mai 1889 |
| ε „ . . . | 20 | 41 | 33 | 31 | +.129 | Mai 1888 „ Mai 1889 |
| $61_1$ „ . . . | 21 | 2 | 38 | 10 | +.433 | Mai 1886 „ Mai 1887 |
| $61_2$ „ . . . | | | | | +.435 | |
| α Cephei . . | 21 | 16 | 62 | 5 | +.058 | Nov. 1887 „ Nov. 1888 |
| ε Pegasi . . | 21 | 38 | 9 | 20 | +.083 | Mai 1889 „ Nov. 1890 |
| α „ . . . | 22 | 59 | 14 | 34 | +.081 | März 1889 „ März 1890 |

Die Messungen selbst sind sicherlich so genau, als solche auf irgend einem anderen Wege zur Zeit nur ausgeführt werden können, allein sie sind doch nicht frei von sytematischen Fehlern. Lässt man nämlich den Stern 61 Cygni, zur Seite, so zeigen die anderen Sterne eine Parallaxe, deren Grösse sich mit der Rektaszension der Sterne ändert, was selbstredend in der Natur nicht begründet sein kann, sondern auf eine Fehlerquelle in der Aufnahme deutet.

[1]) Observations made at the Oxford University Observatory **3. 4. 5.** Oxford 1889 u 1892.

**Die Parallaxe von $\mu$ und $\vartheta$ in der Cassiopeja.** Harold Jacoby hat[1]) aus Rutherfurd's photographischen Messungen an 28 Negativen, die zwischen Juli 1870 und Dezember 1893 aufgenommen wurden, die Parallaxen obiger Sterne abgeleitet. Als Endresultat findet sich:

Parallaxe von $\mu$ Cassiopejae = 0.275" ± 0.024
" " $\vartheta$ " = 0.232 ± 0.067

Doch macht Jacoby darauf aufmerksam, dass die vorstehend angegebenen wahrscheinlichen Fehler keineswegs den Grad der Unsicherheit des Resultates bezeichnen, da auch bei photographischen Bestimmungen die Möglichkeit systematischer Fehler zugegeben werden muss.

**Die Eigenbewegung der Sonne abgeleitet aus spektrographisch ermittelten Eigenbewegungen der Fixsterne.** Nachdem auf dem astrophyskalischen Observatorium zu Potsdam sehr genaue Resultate für die Eigenbewegung einer Anzahl von Fixsternen erhalten wurden, konnte man daran denken, das Problem ernstlich anzufassen. Indessen ist in diesem Falle die Anzahl der Sterne auch nur sehr gering, da überhaupt bloss 51 Sterne gemessen worden sind. Prof. Vogel hielt es daher bei Publikation der Resultate nicht für angebracht, eine neue Berechnung der Bewegung der Sonne durch den Weltraum darauf zu begründen. Indessen hat er doch neuerdings Dr. Kempf veranlasst, eine derartige Untersuchung auszuführen, und dieser teilt[2]) die Ergebnisse dieser Arbeit mit folgenden Worten mit:

„Eine erste Ausgleichung der Beobachtungen fand unter der Annahme statt, dass sich der Einfluss der Eigenbewegungen der Sterne im Mittel herausheben werde, und dass dieselben bei allen Sternen als unabhängig von einander und so aufzufassen seien, dass sie wie zufällige Fehler wirkten. Unter dieser Voraussetzung ergaben sich für die Koordinaten des Apex, sowie für die Geschwindigkeit der Sonnenbewegung die Werte:

AR = 206.1° ± 12.0°
Dekl. = + 45.9° ± 9.2°
Geschw. = 2.50 ± 0.40 geogr. Meilen.

Der Wert für AR liegt ganz ausserhalb der Grenzen bisheriger Bestimmungen (252° bis 290°), der für die Dekl. nahe der oberen Grenze (frühere Bestimmungen + 14° bis + 51°), und einigen Anspruch auf Vertrauen verdient nur der für die Geschwindigkeit der Sonne gefundene Betrag. In der obigen Ableitung sind nicht die von mir in dem Verzeichnisse der Eigenbewegungen gegebenen Gewichte von 1 bis 10 angenommen worden, da dann fast ausschliesslich die wenigen Sterne mit hohem Gewichte den Ausschlag gegeben haben würden, sondern es sind die Gewichte $^1/_2$, 1 und 2

[1]) Annals of the New-York Academy of Sciences. 8.
[2]) Astron. Nachr. Nr. 3150.

eingeführt worden, welche den Gewichtszahlen (1) bis 2, 3 bis 6, 7 bis 10 meiner Gewichtsskala entsprechen.

Eine Änderung in dieser Beziehung, z. B. die Einführung gleicher Gewichte für alle Beobachtungen, hat keine wesentlich anderen Resultate ergeben. Dagegen schien es von Interesse, die nahe gleichen Bewegungen benachbarter Sterne in einen Wert zusammenzuziehen, da sonst diesen Sterngruppen zu hohes Gewicht beigelegt wird. Es wurden demnach im Mittelwerte mit dem für alle Sterne angenommenen Gewichte 1 folgende Gruppen zusammengezogen: $\beta$, $\gamma$, $\delta$, $\varepsilon$, $\zeta$ Orionis; $\beta$, $\gamma$, $\varepsilon$, $\zeta$, $\eta$ Ursae majoris; $\alpha$, $\beta$, $\delta$ Leonis. Hiermit ergab sich folgendes Resultat:

AR = 159.7° ± 20.2°
Dekl. = + 50.0° ± 14.3°
Geschw. = 1.75 ± 0.44 geogr. Meilen.

Der Wert für AR. weicht noch mehr von früheren Bestimmungen ab als der vorher gefundene; überhaupt fällt die ganze Bestimmung unsicherer aus."

Als letzten Versuch hat Dr. Kempf für AR. und Dekl. Mittelwerte aus früheren Bestimmungen angenommen und die Geschwindigkeit allein als Unbekannte eingeführt. Mit den Werten AR = 266.7°, Dekl. = + 31° [1]) erhielt er die Geschwindigkeit = 1.66 ± 0.40 geogr. Meilen.

Die Versuche bestätigen zunächst die von vornherein gehegte Vermutung, dass das Material viel zu gering ist, um daraus mit einiger Sicherheit die Koordinaten des Sonnenapex abzuleiten; in bezug auf die Geschwindigkeit der Sonnenbewegung führen sie zu dem Ergebnisse, dass dieselbe selbst aus den wenigen Sternen sicherer bestimmt wird, als dies bei allen früheren Untersuchungen, die auf die scheinbare Eigenbewegung der Sterne basiert waren, und bei denen die Unsicherheit der Sternentfernungen eingeht, der Fall ist.

**Der veränderliche Y im Schwane** ist vom Prof. Dunér untersucht worden [2]). Der Stern gehört zu den Veränderlichen vom Algoltypus und ist 1886 von Chandler als veränderlich erkannt worden. Die Periode seines Lichtwechsels zeigte Unregelmässigkeiten, die schwer verständlich waren, bis Dunér dieselben in der bezeichneten Weise durch die Zugehörigkeit des Sterns zum Algoltypus erklärte [3]). Zahlreiche in der neuesten Zeit ausgeführte Helligkeitsmessungen haben diese Auffassung als sicher erwiesen, und Prof. Dunér giebt nun eine eingehendere Untersuchung dieses Sternes, welche zu sehr überraschenden Ergebnissen führt.

---

[1]) L. Struve, Bestimmung der Konstanten der Präzession u. s. w, Mém. de l'Acad. de St. Pétersbourg [7] **35**.

[2]) Öfversigt af kongl. Vetenskaps-Akademiens Förhandlingar 1892. Nr. 7. Stockholm. p. 325 u. ff.

[3]) Astron. Nachr. Nr. 309.

Er geht von dem Minimum 1886 + 343.468$^d$ + 1 . 498124$^d$ aus und vergleicht damit die beobachteten und berechneten Zeiten der Minima innerhalb eines Intervalls von 1333 Lichtwechseln. Dabei fand sich eine merkliche Differenz zwischen den mit geraden und ungeraden Zahlen bezeichneten Minima. Für die Ermittelung der wahren Natur des Lichtwechsels ist das Resultat von Wichtigkeit, dass das Intervall von einem geraden bis zum nächsten ungeraden Minimum im Jahre 1886 1$^d$ 10$^h$ 11$^m$ 10$^s$ betrug, während das Intervall von einem ungeraden Minimum bis zum geraden 1$^d$ 13$^h$ 43$^m$ 43$^s$ betragen hat. Dieser beträchtliche Unterschied führte Prof. Dunér zur Ermittelung der Ursache des Lichtwechsels dieses Sternes.

„Schon lange,“ sagt er, „haben die Eigentümlichkeiten des Lichtwechsels von Algol, des typischen Sternes dieser Klasse, die Idee angeregt, dass er durch eine Art von Verfinsterung entsteht, veranlasst durch einen dunklen oder wenig leuchtenden Körper, der um Algol sich bewegt. Die einzige und grosse Schwierigkeit schien in der ungemein kurzen Umlaufszeit zu liegen, welche dieser Körper um den Hauptstern haben musste, die nicht 3 Tage erreicht, während selbst der Umlauf von Merkur um die Sonne 80 Tage dauert. Aber alle Zweifel mussten weichen vor der wichtigen Entdeckung, die H. C. Vogel, Direktor des Observatoriums zu Potsdam, gemacht, dass in den Minima und in der Mitte zwischen zwei sich folgenden Minima die Spektrallinien von Algol zusammenfallen mit den entsprechenden Linien einer Geissler'schen Röhre, welche verdünnten Wasserstoff enthält, während sie im einen Quadranten nach dem roten Ende, im anderen nach dem violetten verschoben sind. Hierdurch ist die Existenz eines Körpers, der sich in einer Bahn um Algol bewegt, und dessen Umlaufszeit dieselbe ist wie die Periode des Lichtwechsels, erwiesen. Infolge dessen hatte man allen Grund zu glauben, dass die Änderungen der anderen zum Algoltypus gehörenden Sterne in derselben Weise vor sich gehen, jedoch unter der Bedingung, dass das Intervall zwischen zwei benachbarten Minima stets dasselbe bleibe oder wenigstens nur langsamen Änderungen von der Ordnung der Störungen unterworfen sei, welche dieselben allgemeinen Eigenschaften haben wie sie. Denn man weiss, dass die Umlaufszeit eins der beständigsten Elemente der Bahnen der Himmelskörper ist. Die Minima von Y Cygni können daher nicht veranlasst dsein urch Verfinsterungen, die durch einen wenig leuchtenden Körper veranlasst werden.

Aber Minima desselben Charakters können auch auf andere Weise entstehen. Es ist kar, dass Helligkeitsänderungen sich auch zeigen werden an einem Sterne, der aus zwei hellen Sternen besteht, wenn die Ebene ihrer Bahn durch die Sonne geht, und die Amplitude des Wechsels wird die möglichst grösste sein, wenn die beiden Sterne gleichen Durchmesser haben. Wenn sie auch dieselbe Helligkeit haben, dann ist es klar, dass die zweimalige zentrale Verdeckung die scheinbare Helligkeit des Sternes auf die Hälfte

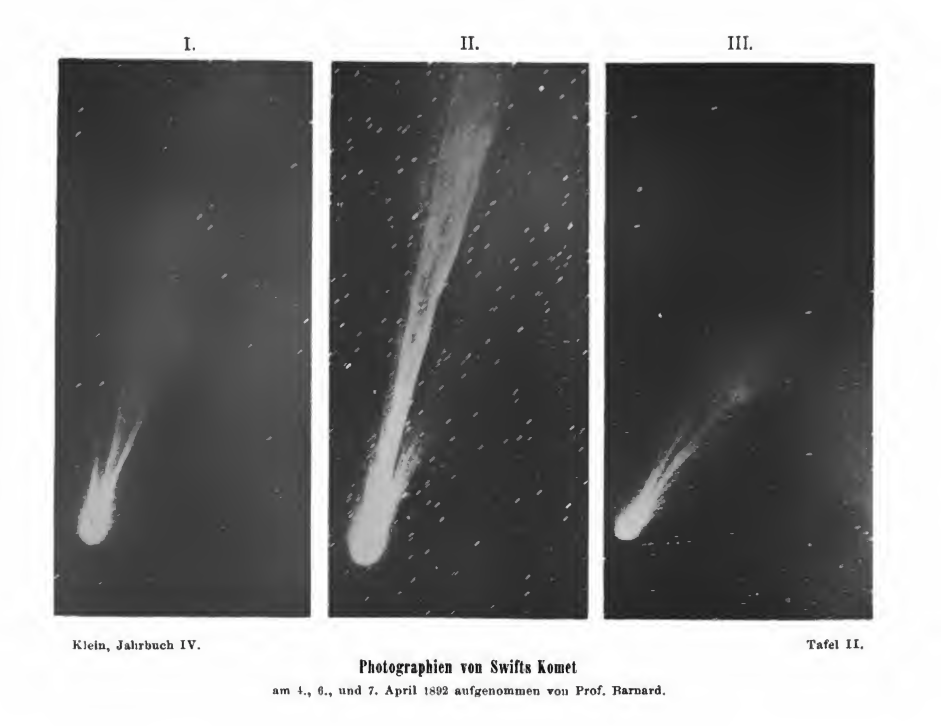
reduzieren wird, und man wird während jedes Umlaufes zwei absolut ähnliche Minima haben, die den Stern um $^3/_4$ Grösse schwächer erscheinen lassen. Wenn hingegen der eine Stern zwar von demselben Durchmesser, aber heller ist als der andere, so wird man während jeden Umlaufes wieder 2 Minima haben, aber der Stern wird während des einen schwächer, während des anderen weniger schwach aussehen, als wenn die Helligkeit der beiden Sterne dieselbe wäre. Wenn die Helligkeit des einen Sternes noch mehr abnimmt, wird dieses Minimum endlich aufhören, sich bemerkbar zu machen, während das andere noch entschiedener werden wird, und der Stern wird in den reinen Algoltypus übergehen; seine Periode wird dann verdoppelt sein.

Untersuchen wir nun, ob die formulierte Theorie zur Erklärung der an Y Cygni beobachteten Schwankungen dienen kann. Die Beobachtungen scheinen zu zeigen, dass die bisher wahrgenommenen Minima gleiche Helligkeit haben und in der That $^3/_4$ Grösse schwächer sind, als die gewöhnliche Grösse des Sternes. Wir wollen also annehmen, dass Y Cygni aus 2 Komponenten besteht, die an Grösse und Helligkeit einander vollkommen gleich sind und sich in einer Bahn bewegen, deren Ebene durch die Sonne geht. Man wird dann, wie wir eben gesehen haben, zwei gleiche Minima während jedes Umlaufes haben, und diese Minima werden sich in denselben Zwischenzeiten folgen, wenn die Bahn der Sterne eine kreisförmige ist, oder wenn die Apsidenlinie der Bahn mit der Gesichtslinie zusammenfällt. Wenn hingegen die Bahn elliptisch ist, und die Apsidenlinie einen Winkel bildet mit der Gesichtslinie, muss das Intervall zwischen zwei aufeinanderfolgenden Minima, während dessen der Durchgang durch das Perihel erfolgt, kürzer sein, als dasjenige, während dessen der Durchgang durch das Aphel stattfindet. Somit werden sich kürzere und längere Intervalle abwechselnd folgen. Das ist aber genau der Fall von Y Cygni. Man ist sonach berechtigt, folgenden Schluss zu ziehen:

Der Stern Y Cygni besteht aus 2 Sternen von gleicher Grösse und gleicher Helligkeit, die sich in einer elliptischen Bahn bewegen, deren Ebene durch die Sonne geht, und deren Apsidenlinie mit der Gesichtslinie einen Winkel bildet. Die Umlaufszeit beträgt $2^d\ 23^h\ 54^m\ 43.26^s$."

Prof. Dunér geht dann noch auf die Thatsache ein, dass nach den Gleichungen der angeführte Unterschied zwischen den verschiedenen Intervallen kein konstanter ist, sondern für jeden Umlauf um $37^s$ wächst. Diese Thatsache ist zwar nicht so sicher festgestellt wie der Unterschied der Intervalle von den geraden zu den ungeraden Minima einerseits und von den ungeraden zu den geraden andererseits, aber er ist sehr wahrscheinlich und wird daher vom Verf. noch eingehend untersucht. Hier sei nur angeführt, dass diese Erscheinung sehr leicht sich erklären lässt, wenn man annimmt, dass in derselben Weise wie im Sonnensysteme die Apsidenlinie in-

I. II. III.







**Photographien von Swifts Komet**

am 4., 6., und 7. April 1892 aufgenommen von Prof. Barnard.

folge der Störungen von Nachbarplaneten wandert, auch in dem Systeme von Y Cygni ein Wandern der Apsidenlinie stattfindet, das veranlasst wird durch einen dritten dunklen Körper, der ausser den beiden hellen Sternen zu diesem Systeme gehört.

**Einen neuen Katalog der farbigen Sterne zwischen dem Nordpole und 23° südl. Br.** hat Friedrich Krüger veröffentlicht[1]). Die Arbeit enthält eine Gesamtübersicht aller farbigen und durch ein Absorptionsspektrum bemerkenswerten Sterne auf dem angegebenen Raume des Himmels. Der Verf. hat die meisten desselben auf ihr Spektrum geprüft, so dass sein Katalog zugleich der erste Versuch einer Katalogisierung aller Sterne vom III. und IV. Typus innerhalb der angegebenen Grenzen ist. Der Katalog samt dem Nachtrage enthält 2297 Sterne, doch fehlt merkwürdigerweise der sehr interessante rote Stern $\alpha$ ursae majoris.

**Das Spektrum von $\beta$ Lyrae** ist von A. Belopolsky am neuen Spektrographen des 30-zölligen Refraktors zu Pulkowa untersucht worden[2]). Die Untersuchungen (in den Monaten September und Oktober 1892) erstrecken sich hauptsächlich auf die Gegend zwischen den Linien $H\beta$ und $D_3$ des Spektrums.

Die (17) Spektrogramme zeigen folgendes: Es sind dunkle und helle Linien vorhanden. Erstere sind in grösserer Zahl sehr zart und besonders gut in der Gegend zwischen $H\gamma$ und $H\beta$ zu sehen. Eine andere Art dunkler Linien, welche das Spektrum besonders charakterisieren, ist breiter als die ersten, sehr deutlich, mit hellen Rändern, die man zuweilen als selbständige helle Linien betrachten kann. Die Linie $D_3$ ist hell. Das kontinuierliche Spektrum wird von Zeit zu Zeit sehr schwach.

Es ist die Linie W. L. 501.4 $\mu\mu$ in erster Reihe zu erwähnen. Während die anderen von Zeit zu Zeit ganz verschwinden, bleibt diese Linie immer vorhanden, nur werden ihre hellen Ränder schwach und verschwinden selbst gänzlich (24. September). Bald wechseln die Ränder ihre Intensität.

Die Linien F und $D_3$ müssen besonders untersucht werden. Erstere ist grösstenteils doppelt (30. August bis 3. Oktober incl.). Die Helligkeit und Breite der Komponenten wechseln: bald sind beide gleich, und dazwischen sieht man eine enge dunkle Linie; bald ist die eine breiter als die andere und umgekehrt; bald verschwindet die eine von ihnen, und an ihrer Stelle entsteht eine ziemlich breite dunkle Linie; bald sind beide als helle Linien zu sehen und an einer Seite eine breite dunkle Linie.

Die $D_3$-Linie, wie längst bekannt, verschwindet von Zeit zu Zeit, aber ausserdem wird sie doppelt. Ob dazwischen eine dunkle Linie entsteht, kann Verf. nicht entscheiden, da das kontinuierliche

---

[1]) Publikation der Sternwarte. Kiel 8. 1893.
[2]) Astron. Nachr. Nr. 3129.

Spektrum schon bei W. L. 575 $\mu\mu$ recht schwach ist, und die $D_3$-Linie ganz deutlich isoliert steht.

Sie ist am 4. und 30. September doppelt, besonders scharf auf der sehr guten Platte vom 30. September.

Am 24. und 25. August war sie sehr hell und einfach, am 23. September unsichtbar, am 24. September sehr schwach, am 2. Oktober deutlich einfach. „Die Erklärung,“ sagt Verf., „muss noch aufgeschoben werden.“ Es scheint, dass eine dunkle Linie in der Gegend von F sich hin und her bewegt und das Aussehen einer hellen beeinflusst. Vielleicht zeigt die Doppel-$D_3$-Linie einen engen Doppelstern mit 26-tägiger Periode an.

**H. C. Vogel's Untersuchungen über den neuen Stern im Fuhrmann** sind in abschliessender Form jetzt erschienen [1]), und diese Arbeit ist die wichtigste und umfassendste, welche über die Nova publiziert wurde.

Einleitend bemerkt Prof. Vogel, dass er am 2. Februar 1892 die erste Mitteilung über den neuen Stern erhielt. Da der letztere nur 5. Grösse war, musste die Anwendung des grossen Spektrographen, welchen Prof. Vogel bei den Sternen bis zur 3. Grösse zur Bestimmung der Bewegung im Visionsradius benutzt hat, von vornherein als ausgeschlossen betrachtet werden, und es war daher ein besonders glücklicher Umstand, dass er im Januar 1892 die Zusammensetzung eines Spektrographen mit geringerer Dispersion, der mit dem photographischen Fernrohre in Verbindung gebracht werden konnte, ausgeführt hatte.

Infolge Ungunst der Witterung war es erst am 14. Februar möglich, den neuen Stern zu beobachten. Die Untersuchung mit einem Okularspektroskope und mit einem grösseren zusammengesetzten Spektroskope am 11-zölligen Refraktor ergab, dass das Spektrum der Nova Aurigae ausserordentliche Ähnlichkeit mit dem Spektrum der Nova Cygni (1876) in der ersten Zeit des Erscheinens dieses Sternes besass. Das kontinuierliche Spektrum war sehr kräftig und auffällig weit in das Violett hinein zu verfolgen; es war von vielen, sehr breiten, meist sehr hell leuchtenden Linien durchzogen, von denen die Wasserstofflinien C und F und 3 Linien im Grün ganz besonders auffielen. Auch mehrere breite dunkle Bänder wurden erkannt; es liess sich aber nicht sicher feststellen, ob dieselben reell, oder ob sie nur eine Folge des Fehlens von hellen Linien an einigen Stellen des Spektrums seien. „Wenn somit“ sagt Prof. Vogel, „das Spektrum auch durch den Reichtum an hellen Linien grosses Interesse bot, so war doch der Anblick kein unerwarteter, da die seit Einführung der Spektralanalyse in die Astronomie beobachteten neuen Sterne meist Spektra mit hellen Linien besessen haben. Ein ganz überraschendes Resultat gab jedoch die photographische Aufnahme des Spektrums. Es erstreckte sich weit in das Violett hinein und zeigte ebenfalls viele helle und breite Linien, unter welchen besonders die ganze Reihe der Wasserstofflinien von F bis zu den rhythmisch angeordneten Linien im Violett wahrzunehmen war; an dem brechbareren Ende der meisten derselben befanden sich aber breite dunkle Linien, deren Abstände von den hellen Linien nach Massgabe der zunehmenden Dispersion im Prismenspektrum nach dem Violett wuchsen und somit eine Identität der hellen und dunklen Linien bekundeten. Mit einem Schlage war nun dargethan, dass man es nicht mit dem Spektrum nur eines leuchtenden Körpers, sondern mit übereinander gelagerten, gegen einander verschobenen Spektren von mindestens

[1]) Abhandl. d. Kgl. Preuss. Akad. d. Wissenschaften 1893.

2 Körpern zu thun habe, die sich, wie aus der Verschiebung hervorgeht, mit relativ grosser Geschwindigkeit gegen einander bewegten. In der Folge ist es auch gelungen, in dem sichtbaren Spektrum mehrere der sich dicht an die hellen Linien ansetzenden dunklen Linien zu erkennen."

„Es soll nun," fährt er fort, „hiermit nicht gesagt sein, dass die Entdeckung des Doppelspektrums der Anwendung der Photographie allein zuzuschreiben ist; denn in den mächtigen Instrumenten der Neuzeit ist das Spektrum eines Sternes 5. Grösse auch bei starker Dispersion hell genug, um die dunklen Linien deutlich neben den hellen erkennen zu lassen, und es ist wohl anzunehmen, dass selbst mit Hilfe mittelgrosser Instrumente die Eigentümlichkeit des Spektrums der Nova ohne Anwendung der Photographie im wesentlichen richtig erkannt worden wäre. Die Überlegenheit der photographischen Methode im Vergleiche zur direkten Beobachtung tritt aber unzweifelhaft und sehr deutlich hervor, wenn es sich um Beobachtungen und Messungen, die ins Detail gehen, handelt, und die mit einem Instrumente von bescheidenen Dimensionen an dem Spektrum eines Sternes 5. Grösse und darunter direkt nur in sehr beschränktem Masse auszuführen sind, während die mit demselben Instrumente erhaltenen Spektrogramme noch recht sichere Messungen zulassen und wichtige Aufschlüsse zu geben vermögen, wodurch die eingehende Beobachtung des Spektrums eines so interessanten Objekts wie der Nova nicht allein auf Instrumente grösster Dimensionen beschränkt geblieben ist."

Der Verfasser giebt nun in einem besonderen Abschnitte zunächst die eigenen Beobachtungen. Diejenigen über das sichtbare Spektrum umfassen den Zeitraum vom 14. Februar bis zum 19. März, dann in der zweiten Erscheinung der Nova die Abende des 17. September 1892 und 12. März 1893. Das photographische Spektrum wurde zwischen 14. Februar und 16. März 1892 auf 19 Platten erhalten. Die Spektrogramme haben bei Anwendung gewöhnlicher, empfindlicher Platten von Dr. Schleussner eine Ausdehnung von 12 *mm* von der Wellenlänge 490 bis zu jener von 372. Der grosse Vorteil, dass bei dem 13-zölligen photographischen Refraktor, mit welchem der Apparat verbunden war, die photographisch wirksamsten Strahlen fast genau in einem Punkte erzeugt werden, zeigt sich sehr auffällig durch die geradlinige Begrenzung des Spektrums fast über die ganze Ausdehnung. Die Ausmessungen der Spektrogramme sind mit demselben Mikroskop-Apparate ausgeführt worden, den Prof. Vogel zum Ausmessen der zur Ermittelung der Bewegung der Sterne im Visionsradius hergestellten Spektra verwendet und in den Publikationen des Astrophysikalischen Observatoriums ausführlicher beschrieben hat.

„Da sich schon," sagt der Verfasser, „nach den ersten Aufnahmen zeigte, dass man es bei dem Spektrum der Nova möglicherweise nicht nur mit den Spektren zweier Körper, sondern mit mehreren übereinander gelagerten Spektren verschiedener Körper zu thun habe, war nicht zu erwarten, durch in das äusserste Detail getriebene Messungen über das ganze Spektrum wesentliche Anhaltspunkte für die Erkenntnis der Natur der Nova — doch immer das Endziel der ganzen Bestrebungen — zu erlangen. Es fehlt nämlich die Möglichkeit einer sicheren Identifizierung, teilweise infolge des Umstandes, dass die im Chromosphärenspektrum auftretenden Linien, auf deren Identifizierung es zunächst ankommen würde, meist gruppenweise zusammenstehen, und die breiten hellen Linien nur in seltenen Fällen eine Auflösung in einzelne Linien gestatten. Aus dem Grunde habe ich mich wesentlich nur auf eine Spezialuntersuchung der Wasserstofflinien und der Linie K beschränkt, da hier ein Zweifel über die Identität nicht vorliegen konnte, und sie ausserdem ein besonderes Interesse boten. Unter dem Mikroskope erkennt man nämlich, dass diese Linien, wo sie als helle Linien im Sternspektrum erscheinen, zwei oder mehrere Intensitätsmaxima zeigen, und dass in den dunklen Linien eines

zweiten Spektrums, die sich an das brechbarere Ende der hellen Linien ansetzen, feine helle Linien nahe in der Mitte derselben auftreten."

Die in der Originalabhandlung mitgeteilten Messungen beziehen sich ausschliesslich auf die Lagenbestimmungen dieser Linien und der erwähnten Intensitätsmaxima. Da es nicht möglich war, gleichzeitig mit dem Sternspektrum auch das Wasserstoffspektrum auf die Platte zu bringen, ist so nahe als möglich zu beiden Seiten des Spektrums der Nova dasjenige von $\alpha$ oder von $\beta$ Aurigae nach beendeter Exposition auf die Nova photographiert worden, nachdem durch Versuche, Spektra verschiedener weit von einander abstehender Sterne nebeneinander auf eine Platte zu bringen, dargethan worden war, dass die Stabilität des Apparates gross genug war, um auf diese Weise einigermassen sichere Vergleichungen und zuverlässige Messungen zu erhalten. Bei allen Aufnahmen, mit Ausnahme der beiden ersten, vom 14. und 15 Februar ist der Spalt äusserst eng gewesen, und in gelegentlich mit unveränderter Spaltstellung gemachten Aufnahmen des Spektrums von $\alpha$ Tauri oder des Mondes erscheinen die Spektrallinien mit ausserordentlicher Schärfe und Feinheit. Die photographischen Aufnahmen selbst sind meist von Frost und von Dr. Wilsing ausgeführt worden.

Die folgende Zusammenstellung enthält die von Prof. Vogel gefundene Breite der hellen und dunklen H$\delta$-Linie und H$\gamma$-Linie im Durchschnitte aus sämtlichen gemessenen Platten, sowie die Verschiebung der Mitten dieser Linien gegen die Linien des Vergleichsspektrums (nach Reduktion auf die Sonne) im Durchschnitte aus den Platten Nr. 5, 10, 12, 13 und 14 und die diesen Verschiebungen entsprechenden Geschwindigkeiten in geographischen Meilen.

| Linie | Breite in $\mu\mu$ | Verschiebung der Mitte in $\mu\mu$ | Geschwindigkeit in geograph. Meilen |
|---|---|---|---|
| H $\delta$, hell . . . . | 1.49 | + 0.44 | + 43 |
| H $\gamma$, hell . . . . | 2.28 | + 0.85 | + 79 |
| H $\delta$, dunkel . . . | 1.53 | — 1.10 | —108 |
| H $\gamma$, dunkel . . . | 1.65 | — 1.15 | —107 |

Über das Aussehen der dunklen Linien bemerkt Prof. Vogel noch, dass er bei mehreren Platten den Eindruck erhalten habe, als ob diese Linien da, wo sie sich an die hellen Linien ansetzen, also an der weniger brechbaren Seite, von den hellen Linien etwas überdeckt würden, und dass die Mitte wohl durch die feine helle Linie bezeichnet wäre. „Der Gedanke, dass letztere dann als eine Umkehrungserscheinung aufzufassen ist, liegt nahe. Dagegen zeigen andere Platten, besonders solche, die länger exponiert sind, dass die grösste Dunkelheit in den Linien im Vergleiche zur feinen hellen Linie etwas nach Violett zu gelegen ist. Fasst man diese Stelle als Mitte auf, so entspricht die Verschiebung dieser Mitten einer Bewegung von ca. 110 Meilen in der Sekunde."

In einer besonderen Tabelle werden noch die aus den Potsdamer Beobachtungen abgeleiteten, meist auf mehrfachen Messungen beruhenden Wellenlängen der hellsten Linien im sichtbaren und photographischen Spektrum der Nova zusammengestellt und znr Vergleichung die hellsten Linien im Spektrum der Chromosphäre nach Young beigefügt.

Es finden sich unter 36 gemessenen Linien 27 mit Chromosphärenlinien fast gänzlich zusammenfallend.

Im zweiten Abschnitte giebt Prof. Vogel eine kritische Zusammenstellung und Darstellung der hauptsächlichsten anderwärts aufgeführten Untersuchungen. Zunächst gedenkt er der Beobachtungen von W. Huggins und Mrs. Huggins, dann derjenigen von Pickering, Copeland, Lockyer und Belopolsky. Unter der Annahme, dass die beobachteten Intensitätsmaxima in der hellen H$\gamma$-Linie helle Wasserstofflinien verschiedener

Spektra seien, leitet Belopolsky schliesslich Bewegungen für die Körper, welchen die Spektra angehören, relativ zur Sonne ab und kommt zu folgendem Resultate:

| | | | |
|---|---|---|---|
| Geschwindigkeit | — 118 | geogr. Meilen | (Mitte der dunklen Linie[1]). |
| „ | — 90 | „ „ | (Helle feine Linie in der dunklen). |
| „ | — 7 | „ „ | (I. Maximum in der hellen Linie). |
| „ | + 79 | „ „ | (II. Maximum in der hellen Linie). |
| „ | + 145 | „ „ | (III. Maximum in der hellen Linie). |

Belopolsky hebt noch ausdrücklich hervor, dass die Geschwindigkeit, mit welcher sich der Körper, dessen Spektrum dunkle Linien zeigt, gegen die Sonne bewegt, während der ganzen Beobachtungszeit nahe dieselbe geblieben ist.

Ferner werden die photographischen Spektralaufnahmen von Sidgreaves und v. Gothard besprochen. Letzterer findet, dass die Nova in ihrer zweiten Erscheinung eine bemerkenswerte Übereinstimmung ihres Spektrums mit demjenigen der planetarischen Nebel zeigte. Vogel bemerkt dazu: „Aus der scheinbaren Übereinstimmung des Spektrums der Nova mit dem der planetarischen Nebel nun schliessen zu wollen, dass beide Spektra identisch seien, und weiter, dass ein Objekt, welches sich durch sein Spektrum als ein an der Oberfläche stark erhitzter Weltkörper von fixsternartiger Beschaffenheit, der sich nach und nach abkühlt, deutlich genug dokumentiert, sozusagen über Nacht in einen gasförmigen Nebel verwandelt habe, halte ich zum mindesten für sehr gewagt. So überzeugt ich von dem Werte der v. Gothard'schen Aufnahmen bin, zumal da sie eine sehr schöne Ergänzung zu den auf der Lick-Sternwarte ausgeführten Beobachtungen bilden, so kann ich doch nicht der Ansicht des Herrn v. Gothard beitreten, wenn er seine Resultate als die interessanteste und folgenschwerste Entdeckung und die Veränderung, welche das Spektrum des neuen Sternes während der Sommermonate, während welcher er sich einer Beobachtung entzog, als in der Geschichte der Astronomie bis jetzt alleinstehend bezeichnet[2]. Besonders gegen die letzte Behauptung möchte ich anführen, dass das Spektrum der Nova Cygni wohl eine ganz ähnliche Veränderung erfahren hat. Es blieb nach den Beobachtungen der damaligen Zeit, wo das mächtige Hilfsmittel, welches die Anwendung der Photographie gewährt, noch fehlte, nur eine einzige Linie übrig, die innerhalb der Genauigkeitsgrenzen mit der hellsten Linie des Nebelspektrums $\lambda$ 500.7 $\mu\mu$ übereinstimmte[3]; auch ist schon damals die Ansicht, die Nova habe sich in einen Nebel verwandelt, ausgesprochen und von mir zurückgewiesen worden."

Das umfangreichste Beobachtungsmaterial über das Spektrum des neuen Sternes ist auf der Lick-Sternwarte gesammelt und von Campbell ausführlich mitgeteilt worden. Bei vorläufigen Mitteilungen über seine Beobachtungen an dem Spektrum der Nova[4]) hatte Prof. Vogel schon darauf aufmerksam gemacht, dass eine grosse Anzahl der Linien im Spektrum der Nova mit den Hauptlinien im Spektrum der Chromosphäre unserer Sonne übereinzustimmen scheint, und weiteres ist in den vorstehenden Beobachtungen zu finden. Campbell hat diese Vergleichung auf Grund seines reichen Beobachtungsmateriales viel weiter führen können, und eine ganz überraschende Übereinstimmung ist das Resultat dieser Untersuchungen. Gegen 40 der hellsten Chromosphärenlinien nach Young's

---

[1]) Belopolsky teilt die Ansicht nicht, dass die helle Linie, die sich in der dunklen $H\gamma$-Linie zeigte, als Umkehr dieser Linie gedeutet werden könne.

[2]) Mathem. und naturw. Berichte **10.** Budapest 1892. p 247.

[3]) Monatsberichte der Königl. Akad. der Wissensch. zu Berlin 1878. p. 302.

[4]) Astron. Nachr Nr. 3079

Beobachtungen koinzidieren mit Linien, die Campbell in dem Spektrum der Nova gemessen hat. Hauptsächlich sind es Eisenlinien. Durch eine noch nebenbei ausgeführte Vergleichung mit Linien verschiedener Elemente konnte die Koinzidenz noch einiger Linien besonders mit Linien der Spektra von Eisen, Calcium, Natrium und Magnesium nachgewiesen werden.

Campbell bemerkt schliesslich, dass die aus den Photographien gewonnenen Resultate das Vorhandensein von 3 oder 4 Körpern, von denen 2 oder 3 Spektra mit hellen Linien erzeugten, während einer ein Absorptionsspektrum gab, wahrscheinlich machen.

Die Nova wurde in der ersten Erscheinung auf dem Lick-Observatorium zuletzt am 26. April 1892 als Stern 16. Grösse beobachtet. Bei der schnellen Abnahme des Lichtes war zu erwarten, dass sie sich bald gänzlich der Beobachtung entziehen würde. Dann konnte der Stern erst wieder am 17. August aufgefunden werden, da er früher zu geringe Höhe hatte, und zudem noch ungünstige Witterung herrschte. Er hatte beträchtlich an Helligkeit zugenommen und erschien als Stern 10.5 Grösse; sein Spektrum bestand wesentlich nur aus hellen Linien und hatte eine gewisse Ähnlichkeit mit dem der Gasnebel, nur waren die Linien in Breite und Verwaschenheit von denen im Nebelspektrum abweichend.

Campbell macht darauf aufmerksam, dass zwischen dem Spektrum der Nova in ihrer ersten und dem in ihrer zweiten Erscheinung ein Zusammenhang nicht deutlich hervortritt. Es sei möglich, dass die jetzt vorhandenen Linien in dem früheren Spektrum gewesen seien, sich aber der Beobachtung entzogen hätten; wahrscheinlich sei es aber, dass die Linien des jetzigen Spektrums mit einem System früher beobachteter heller Linien übereinstimmen, und dass Bahnbewegung die Veranlassung zur Veränderung der Wellenlänge gegeben habe. Bestärkt wird diese Ansicht noch dadurch, dass die Wellenlängenbestimmungen der hellsten Linie, $\lambda$ 500 $\mu\mu$ im jetzigen Spektrum, nach Campbell eine Veränderung der Wellenlänge und damit eine Bahnbewegung andeuten. Am 20. August ist die Geschwindigkeit, mit welcher der Körper sich uns nähert, zu 28 Meilen gefunden worden; sie wächst bis zum 7. September auf 42 Meilen, nimmt dann ab bis auf ungefähr 18 Meilen im November und ist nach brieflichen Mitteilungen an Prof. Vogel, am 18. Dezember und am 10. Februar 1893 nur noch 6—7 Meilen gewesen.

Indessen ist die Linie oder Liniengruppe bei $\lambda$ 500 $\mu\mu$ breit, und es könnte die verändert gefundene Wellenlänge möglicherweise auch durch Verschiedenheit der Auffassung der Mitte oder durch Veränderung in der Lichtverteilung innerhalb der Liniengruppe erklärt werden.

Prof. Vogel macht noch einige Angaben über die photometrischen Beobachtungen der Nova zur Charakterisierung der Erscheinung. Auf der Harvard-Sternwarte wurden im Dezember 1891 mehrere photographische Aufnahmen von der Gegend des Himmels gemacht, in welcher die Nova erschienen ist; auf einer Platte vom 1. Dezember befindet sich die Nova nicht; wohl aber auf der nächsten vom 10. Dezember, wo sie als Stern von der Grösse 5.4 erscheint. Vom 10. Dezember 1891 bis 20. Januar 1892 sind 12 Aufnahmen gemacht worden, aus denen hervorgeht, dass die Nova etwa am 20. Dezember ein Maximum der Helligkeit — Grösse 4.5 — erreicht hat.

Eine Aufnahme von Wolf in Heidelberg von der betreffenden Gegend des Himmels vom 8. Dezember 1891 enthält die Nova nicht, letztere muss also schwächer als 9. Grösse gewesen sein. Das Aufleuchten des Sternes ist demnach jedenfalls sehr plötzlich erfolgt.

„Es sind viele Helligkeitsbestimmungen der Nova auf photographischem Wege ausgeführt worden, die insofern von Interesse sind, als sie eine raschere Lichtabnahme zeigen, als aus den direkten Beobachtungen hervorgeht. Es steht diese Wahrnehmung in Einklang mit den spektroskopischen

Beobachtungen, nach welchen die Lichtabnahme vom Violett aus sehr rasch erfolgte, wie das bei dem Spektrum eines in der Abkühlung begriffenen Körpers zu erwarten ist.

Am 17. August 1892 wurde die Nova auf dem Lick-Observatorium als Stern 10.5 Grösse wieder aufgefunden. Der Stern hat darauf im Oktober und November an Licht abgenommen, aber im Dezember vorigen und zu Anfang dieses Jahres wieder die 10. Grösse erreicht.

Bei der Wiederauffindung der Nova ist von mehreren Astronomen des Lick-Observatoriums die Beobachtung gemacht worden, dass das Aussehen des Sternes abweichend war von Sternen derselben Grösse, doch war der Mond nahe, und der helle Himmelsgrund störend. Am 19. August fand Barnard die Nova mit dem 36-zölligen Refraktor als Nebel von 3" Durchmesser mit einem Sterne 10. Grösse in der Mitte. Dieses Aussehen hat sich denn auch bei den weiteren Beobachtungen nicht wesentlich verändert. Die Helligkeit des Kernes sowohl wie die der Nebelhülle ist Schwankungen unterworfen gewesen, der Durchmesser aber konstant geblieben. Im ganzen sind 16 Beobachtungen von Barnard, vom 19. August bis 5. Dezember, veröffentlicht worden.

Auf dem Observatorium von Pulkowa haben Renz und einige andere Astronomen ein ähnliches Aussehen der Nova beobachtet. Die Nova erschien als feiner Stern, mit einer nebelartigen Aureole umgeben.

Die photographischen Aufnahmen von Roberts mit seinem 20-zölligen Reflektor vom 3. Oktober 1892 (Exposition 110 *m*) und vom 25. Dezember 1892 (Exposition 20 *m*) zeigen keine Nebelhülle um die Nova. Es beweist dies, dass eine solche keine grössere Ausdehnung als 21", entsprechend dem Durchmesser des Sternscheibchens auf der ersten Photographie, gehabt haben kann.

Da die Annahme einer Täuschung bei einem so vorzüglichen Beobachter wie Barnard ausgeschlossen werden muss, so sind seine Beobachtungen einer genaueren Beachtung wohl wert, und es dürfte von höchstem Interesse sein, Gewissheit darüber zu erhalten, ob die Nova sich plötzlich in einen Nebelfleck verwandelt, oder ob sie auch in der zweiten Erscheinung ihren sternartigen Charakter beibehalten hat."

Prof. Vogel giebt eine Erklärung, die dahin geht, dass die Nebelhülle nur eine Folge der Achromatisierung der grossen Objektive sei, und in einem Spiegelteleskope die Nova stets sternartig erschienen sein würde.

Im dritten Abschnitte beschäftigt sich Prof. Vogel mit den verschiedenen Hypothesen über den neuen Stern, und dieser Abschnitt ist insofern sehr wichtig, als die Beobachtungen samt und sonders zuletzt doch nur zu dem Zwecke angestellt wurden, eine Hypothese über das Wesen der Erscheinung als wahrscheinlich begründen zu können.

„Trotz der geringen Helligkeit des Sternes," sagt Prof. Vogel, „ist durch vervollkommnete instrumentelle Hilfsmittel, namentlich aber durch die Spektrographie, ein so reiches Beobachtungsmaterial gesammelt worden, dass die Beobachtungen über ähnliche Vorgänge aus früherer Zeit geradezu dürftig erscheinen. Es ist denn auch infolgedessen ein grösserer Fortschritt in der Erkenntnis dieser Himmelserscheinungen zu erwarten, und meines Erachtens ist derselbe wesentlich darin zu finden, dass die Annahme eines Körpers zur Erklärung der Vorgänge als nicht mehr ausreichend betrachtet wird. Wenn es auch in früheren Fällen gelang, verschiedene Hypothesen aufzustellen, die den unvollkommenen Beobachtungen und besonders den infolge einer weniger günstigen Lage der Verhältnisse nicht klar hervortretenden Erscheinungen mehr oder minder genügten — denn man darf nicht verkennen, dass es ein ganz besonders glücklicher Umstand gewesen ist, dass bei der vorjährigen Erscheinung zufällig die in dem Visionsradius gelegenen Bewegungskomponenten der Körper so erheblich gross waren, dass eine Trennung der Spektrallinien beobachtet werden konnte —, so lagerte doch ein völliges Dunkel über der eigent-

lichen Ursache der plötzlichen grossartigen Umwälzungen, die man im wesentlichen enormen Gasausbrüchen aus dem Inneren der bereits an der Oberfläche stark abgekühlten Weltkörper zuschrieb Dieser Umstand macht es denn erklärlich, dass unter den sehr vielen Versuchen, die gemacht worden sind, die bei der Nova Aurigae beobachteten Erscheinungen zu erklären, die Annahme nur eines Körpers ganz sporadisch auftritt."

Was nun die spezielle Deutung der durch das Spektroskop ermittelten Erscheinungen an dem neuen Sterne anbelangt, so ist hierüber unter den Beobachtern keine Übereinstimmung erzielt worden. Prof. Vogel führt die hauptsächlichsten dieser Deutungen an und giebt eine kurze Kritik derselben. Wir heben aus seinen bezüglichen Ausführungen folgendes hervor:

„Lockyer erblickt in der Erscheinung der Nova eine Bestätigung seiner Meteorschwarmhypothese und erklärt erstere durch das Zusammentreffen zweier Meteorschwärme. Ein dichterer Schwarm bewegt sich mit grosser Geschwindigkeit auf die Erde zu, indem er einen weniger dichten Schwarm, der sich von der Erde weg bewegt, durchschneidet. Weshalb alle die Teilchen in dem dichteren Schwarme oder wenigstens die meisten davon Spektra mit dunklen Linien (Absorptionslinien), die des weniger dichten Schwarmes aber vorwiegend Spektra mit hellen Linien geben, wird nicht weiter erklärt; desgleichen bleibt unerörtert, wie nach dem Durchdringen zweier kosmischer Wolken oder Meteorschwärme, bei welcher ein naher Vorübergang und unausbleibliche Zusammenstösse von Massenteilchen derselben Ordnung und infolgedessen eine sehr erhebliche Geschwindigkeitsveränderung, die sich in Wärme umsetzt, anzunehmen ist, noch die enorme relative Geschwindigkeit von über 100 geogr. Meilen übrig bleiben kann.

Eingehender, den beobachteten Erscheinungen und der grösseren Wahrscheinlichkeit mehr Rechnung tragend, sind die Betrachtungen, welche Huggins anstellt[1]. Er geht zunächst von der Annahme aus, dass zwei gasförmige Körper oder Körper mit Gasatmosphären vorhanden sind, die sich nach grosser Annäherung in parabolischen oder hyperbolischen Bahnen bewegen, deren Axe nahe in der Richtung nach der Sonne gelegen ist.

Huggins führt weiter aus, dass man, analog den Hypothesen über die Veränderlichen mit langer Periode, die Annäherung beider Körper als eine periodische Störung, die sich in langen Zwischenräumen wiederholt, ansehen kann, dass aber die grossen Geschwindigkeiten der Komponenten der Nova viel eher darauf hindeuten, dass dieselben nicht wesentlich eine Folge der gegenseitigen Anziehung der Körper sind, man müsse vielmehr annehmen, dass sich 2 Körper zufällig begegnet wären, die schon vordem grosse Geschwindigkeiten besassen.

Einen direkten Zusammenstoss der Weltkörper für die Erklärung der Nova anzunehmen, hält Huggins für unzulässig; nicht einmal ein teilweiser Zusammenstoss sei wahrscheinlich, höchstens, bei sehr nahem Vorübergange, eine wechselseitige Durchdringung und Vermischung der äussersten Gesamtumhüllungen beider Körper. Eine wahrscheinlichere Erklärung werde dann aber durch eine Hypothese gegeben, die wir Klinkerfues verdanken, und die in neuerer Zeit von Wilsing weiter ausgeführt worden ist, nämlich die, dass bei sehr nahem Vorübergange zweier Weltkörper enorme Gezeitenerscheinungen entstehen, wodurch Veränderungen in der Helligkeit der Körper bedingt würden. Bei dem nahen Vorübergange der beiden Körper, welche die Nova bilden, sei anzunehmen, dass diese Erscheinungen in sehr starkem Masse aufgetreten sind und Veranlassung zu grossen Druckveränderungen gegeben haben, welche wiederum enorme Eruptionen aus dem heissen Inneren der Weltkörper

---

[1]) Klein, Jahrbuch **3.** p. 101 u. ff.

verursachten, die mit elektrischen Erscheinungen verbunden gewesen sind, vergleichbar mit den Ausbrüchen auf der Sonne, nur in sehr vergrössertem Massstabe.

Bei einer solchen Sachlage würden die Bedingungen für Umkehrungserscheinungen in den Spektrallinien, die fortwährendem Wechsel unterworfen sind, in vollem Masse gegeben sein, und da ähnliche Verhältnisse sich in den hellen und dunklen Linien des Spektrums der Nova darstellen, so dürfte sich die Berechtigung obiger Annahme kaum in Abrede stellen lassen.

Huggins ist der Ansicht, dass die Lichtquelle, welche das kontinuierliche Spektrum gab, in dem die stark nach Violett verschobenen Absorptionslinien erschienen, stets hinter dem kühleren absorbierenden Gase geblieben sei und thatsächlich mit letzterem den sich uns nähernden Körper gebildet habe. Den Grund dafür, dass der sich entfernende Körper helle Linien aussandte, während der sich uns nähernde ein kontinuierliches Spektrum mit dunklen Bändern gab, glaubt Huggins in dem verschiedenen Zustande der Entwickelung beider Körper und der damit verbundenen Verschiedenheit von Dichte und Temperatur finden zu können.

Schliesslich macht Huggins noch auf die anfänglichen Lichtschwankungen und auf die dann erfolgte schnelle Lichtabnahme der Nova aufmerksam und darauf, dass das Spektrum derselben, solange es beobachtet werden konnte, keine Veränderung der relativen Helligkeit der Hauptlinien gezeigt habe, und findet auch hierfür eine Stütze in der von ihm ausgesprochenen Ansicht. Nach einigem Hin- und Herschwanken der Gezeitenstörungen tritt Ruhe ein, die äusseren und kühleren Gase umschliessen die Körper wieder allseitig, und die Durchsichtigkeit der Atmosphäre vermindert sich, je weiter sich die Körper von einander entfernen.

Die Bedenken, welche sich der Huggins'schen Ansicht und allen ähnlichen Hypothesen entgegenstellen lassen, sind hauptsächlich in der geringen Wahrscheinlichkeit begründet, dass 3 Körper zusammentreffen, die sich in entgegengesetzter Richtung und mit so abnormen Geschwindigkeiten bewegen. Fasst man nämlich mit Huggins die breiten hellen Linien als Ganzes auf und sieht die in denselben erschienenen Intensitätsmaxima als Umkehrungserscheinungen an, so ist aus der Verschiebung der Mitte der Linien gegen die entsprechenden Linien künstlicher Lichtquellen die Bewegung abzuleiten, und es ergiebt sich dann eine Bewegung von etwa 60 geogr. Meilen in der Sekunde von unserer Sonne fort, während der Körper mit dunklen Linien im Spektrum sich mit ca 100 geogr. Meilen Geschwindigkeit auf das Sonnensystem zu bewegt. Zieht man ferner in Betracht, dass man es nur mit den in den Visionsradius fallenden Bewegungskomponenten zu thun hat, die wahren Bewegungen demnach noch viel grösser sein können, so vermindert sich damit nur die Wahrscheinlichkeit noch mehr.

„Die feinen hellen Linien,“ fährt Prof. Vogel fort, „die in den dunklen Wasserstofflinien des einen Spektrums aufgetreten sind, habe ich gleich von Anfang an als Umkehrungserscheinungen aufgefasst; die Intensitätsmaxima in den hellen Linien auf eine ähnliche Ursache zurückzuführen, scheint dagegen nach meinen Beobachtungen nicht gut zulässig zu sein, und das bildet den zweiten Einwand, den ich gegen die Huggins'sche Ansicht erheben möchte. Bei normalem Verlaufe von Umkehrungserscheinungen in hellen Linien tritt in der Mitte der hellen, stark verbreiterten Linie zuerst eine schmale dunkle Linie auf; dieselbe verbreitert sich bei Steigerung der Dampfdichte und zeigt, wenn doppelte Umkehr sich bildet, wieder eine feine helle Linie in der Mitte. Asymmetrische, in bezug auf die Mitte der sich umkehrenden Linien und ungleiche Intensitäten in den hierdurch entstandenen beiden Teilen mögen vorkommen; ich habe sie noch nie beobachten können, selbst wenn die Linien noch viel stärker verbreitert waren, als die hellen Linien im Spektrum der

Nova. Alle Beobachter stimmen nun aber darin überein, dass die Verteilung des Lichtes in den hellen Linien des Spektrums der Nova in bezug auf die Mitte der Linien eine durchaus unsymmetrische gewesen ist, die sich während der ganzen ersten Erscheinung nicht wesentlich geändert hat, und man wäre daher gezwungen, bei der einen Komponente der Nova mit hellen Spektrallinien eine solche asymmetrische Gestaltung der Linien und eine eigentümlich abweichende Lichtverteilung in derselben anzunehmen.

Schliesslich könnte noch eingewendet werden, dass merkbare Ebbe- und Flutwirkungen wohl kaum auf längere Zeit angenommen werden können, da bei der grossen relativen Geschwindigkeit die Körper sich täglich um 10 Millionen geogr. Meilen von einander entfernen. Seeliger weist nach, dass nennenswerte Gezeitenstörungen sogar nur einige Stunden angedauert haben können. Man darf jedoch nicht vergessen, dass die Gezeiteneinwirkung nur als auslösendes Agens anzusehen ist, welches eine ganze Kette von Erscheinungen und Umwälzungen der mächtigsten Art in den Atmosphären der Körper im Gefolge hat, die Wochen und Monate andauern können; ich glaube, die Huggins'sche Hypothese wesentlich von diesem Gesichtspunkte aus interpretieren zu sollen.

Belopolsky spricht seine Ansicht über die Nova in folgenden Sätzen aus: „Zur Erklärung des ganzen Vorganges bleibt nur die Annahme übrig, dass wir es mit zwei oder mehreren Körpern angehörenden, übereinander gelagerten Spektren zu thun haben. Der eine Körper mit einer starken Wasserstoffatmosphäre und verhältnismässig niedriger Temperatur bewegt sich mit einer enormen Geschwindigkeit auf uns zu, während der zweite, mit hellen Wasserstofflinien im Spektrum, eine hohe Temperatur besitzt und vielleicht während der Beobachtungszeit sich mit veränderlicher Geschwindigkeit, erst von uns, dann auf uns zu bewegte.

Letzterer könnte aus mehreren kleineren Körpern bestehen, deren Bewegungsrichtung verschiedene Winkel mit dem Visionsradius einschlössen. Die Konstanz und enorme Grösse der Geschwindigkeit des ersten Körpers lässt darauf schliessen, dass dies der Hauptkörper des Systems ist, und dass die Geschwindigkeit seiner eigenen Trägheit, nicht aber der Anziehung eines anderen Körpers zuzuschreiben ist. Der zweite Körper (oder das zweite System von Körpern) ist dann derjenige, welcher in der Atmosphäre des ersteren aufgeflammt ist. Er muss im Vergleiche mit dem ersten Körper eine kleinere Masse besitzen, und deswegen konnte die durch seine Bewegung in der Atmosphäre des ersteren erzeugte Wärmemenge genügen, ihn in glühenden Dampf zu verwandeln. Die Erscheinung muss der Explosion von Boliden in der Atmosphäre unserer Erde (oder eines Kometen im Perihel), deren kleine Masse aufleuchtet, sich in glühende Gase verwandelt, ohne unsere Atmosphäre zum Leuchten zu bringen, analog gewesen sein.

Diese kleine Masse hat wahrscheinlich eine hyperbolische Bahn um denselben (den Hauptkörper) beschrieben. Nachdem sie die Gashülle desselben verlassen, musste ihr Glanz sehr rasch verlöschen, wie wir das in der That gesehen haben. Sekundäres Aufleuchten ist ja auch bei Boliden und Kometen häufig beobachtet worden, sowie fortwährendes Schwanken der Helligkeit während der letzten Zeit der Sichtbarkeit."

„Es ist nicht ohne weiteres einzusehen," bemerkt treffend Prof. Vogel, „wie Belopolsky zu der Annahme kommt, dass der Körper mit hellen Linien im Spektrum sich vielleicht zu Anfang der Beobachtungen von uns, dann auf uns zu bewegt habe. Diese Annahme ist aber eine Folgerung aus der Voraussetzung, dass man überhaupt aus der hellen Linie infolge ihrer unsymmetrischen Gestalt, die durch die dunkle Linie bedingt sei, die Grösse der Verschiebung nicht ableiten könne, und sie basiert auf einer geringen von Belopolsky beobachteten Veränderung der Intensitätskurve der hellen $H\gamma$-Linie zwischen den drei ersten und den drei letzten Beobachtungen.

Auf Grund der wichtigsten über die Nova bekannt gewordenen Beobachtungen hat Seeliger eine Hypothese aufgestellt, die verschiedene neue Gesichtspunkte enthält und in vieler Beziehung Beachtung verdient[1]). Er glaubt, durch seine Betrachtungen über die Schwierigkeit, die in der Erklärung der grossen relativen Geschwindigkeiten oder anderseits in der Annahme sehr grosser Massen, zu denen man bei der Voraussetzung zweier kompakter Weltkörper gelangt, enthalten ist, hinwegkommen zu können.

In neuerer Zeit ist man namentlich durch die Himmelsphotographie zu der Einsicht gelangt, dass der Weltraum mit mehr oder weniger ausgedehnten Gebilden sehr dünn verstreuter Materie angefüllt ist, und dass daher der Eintritt eines Weltkörpers in eine solche Wolke nichts Unwahrscheinliches enthält, jedenfalls aber viel wahrscheinlicher ist, als der nahe Vorübergang an einem anderen kompakten Weltkörper. „Sobald nun ein Weltkörper in eine kosmische Wolke einzutreten beginnt, wird sofort eine oberflächliche Erhitzung eintreten, und zwar notwendigerweise, wie auch die dünn verstreute Materie beschaffen sein mag. Infolge der Erhitzung werden sich Verdampfungsprodukte um den Körper bilden, diese werden sich zum Teil von ihm ablösen und sehr schnell diejenige Geschwindigkeit annehmen, welche die nächsten Teile der Wolke besitzen "

Bei der spektroskopischen Beobachtung wird der zum Leuchten gebrachte Stern zwei übereinander gelagerte Spektra zeigen, das eine kontinuierlich und infolge der davor gelagerten glühenden Gasmassen mit Absorptionslinien versehen, das andere der Hauptsache nach aus hellen Linien bestehend. Beide Spektra werden verschoben sein in dem Verhältnisse der relativen Bewegung im Visionsradius. Im grossen und ganzen wird eine Erscheinung resultieren, die sehr ähnlich ist derjenigen, welche die Nova darbot

Seeliger nimmt an, dass der Stern Anfang Dezember in das kosmische Gebilde eingetreten ist und dasselbe nicht lange vor Anfang März wieder verlassen hat. Die Frage, wie es kommt, dass so lange Zeit hindurch die grosse relative Geschwindigkeit bestehen bleiben konnte, sucht Seeliger durch eine Vergleichung der Widerstandsbewegung des Sternes mit der eines Meteors in den oberen Schichten der Atmosphäre zu entscheiden und kommt zu dem Resultate, dass eine merkbare Verlangsamung nicht anzunehmen ist.

Dass nun trotz dieser geringen Verlangsamung noch genügend viel Bewegungsenergie in Wärme verwandelt wird, um den Stern in oberflächliches Glühen zu bringen, sucht Seeliger rechnerisch darzulegen und findet, „dass man die Dichtigkeit des kosmischen Mediums gegen diejenigen ebenfalls schon sehr dünnen Luftschichten, in welchen das Erglühen der Meteore nachweisbar stattfindet, sehr wenig dicht annehmen kann und doch die nötige Wärmemenge bekommt. Es ist bemerkenswert, dass man alle Zahlen innerhalb sehr weiter Grenzen variieren kann, ohne befürchten zu müssen, auf Widersprüche zu stossen."

In der zweiten Erscheinung der Nova findet Seeliger eine Bestätigung seiner Ansichten, da es an sich wahrscheinlich sei, dass die supponierten Gebilde nebelartiger oder staubförmiger Natur in bestimmten Teilen des Raumes häufiger sind als anderswo, und es auch erlaubt sein wird, über die Dichtigkeitsverteilung dieser Gebilde sehr verschiedene Annahmen zu machen.

„Auf den ersten Blick," bemerkt Prof Vogel, „hat diese Hypothese etwas ausserordentlich Bestrickendes; bei näherer Vergleichung mit den Beobachtungen, auf die ich mich hier lediglich beschränken will, treten jedoch nicht unerhebliche Bedenken auf, ob dieselbe wohl zur Erklärung der Nova Aurigae geeignet erscheint. Aber auch wenn das nicht der

---

[1]) Dieselbe ist ausführlich dargestellt in diesem Jahrbuche **3.** p. 111 u. ff.

Fall sein sollte, teile ich vollkommen die Ansicht Seeliger's, dass dennoch die Hypothese, die mit durchaus möglichen Verhältnissen rechnet, als zulässig für die Erklärung der Erscheinung gewisser neuer Sterne anzusehen sein wird."

Von besonderer Wichtigkeit in der ganzen Frage ist nun die Ansicht, bei welcher Prof. Vogel schliesslich stehen bleibt, und die, kurz gesagt, darin gipfelt, dass die ganze Erscheinung ein grossartiges und ungewöhnliches Weltereignis ist, bei dem Massenbewegung in Molekularbewegung, in Licht und Wärme umgesetzt wurde.

„Die Ansicht," sagt Prof. Vogel, „dass die Nova durch das Zusammentreffen eines Himmelskörpers mit mehreren Körpern zu erklären sei, drängte sich mir schon nach den ersten Beobachtungen auf, und diese Vorstellung ist im Laufe der Zeit durch weitere Beobachtungen immer mehr befestigt worden. Hierbei erregte die Frage, ob die Wahrscheinlichkeit für eine derartige Begegnung von Himmelskörpern eine nicht zu geringe sei, freilich anfänglich Bedenken; doch scheinen dieselben gänzlich gehoben durch die Überlegung, dass nach der Kant-Laplace'schen Hypothese über die Entstehung unseres Sonnensystems wohl kaum ein grösserer Weltkörper ohne Begleiter gedacht werden kann, und es scheint geradezu wunderbar, dass bei allen Hypothesen über neue Sterne diese ohne weiteres zu machende Voraussetzung ausser acht gelassen worden ist.

Nimmt man an, ein Körper, dessen Masse von der Ordnung der Sonnenmasse ist, käme plötzlich einem dem unseren ähnlichen Sonnensysteme, dessen Zentralstern durch allmähliche Abkühlung seine Leuchtkraft verloren hat, nahe, so würden dadurch enorme Störungen verursacht werden, und Zusammenstösse einzelner Glieder des Systems und dadurch bedingte Lichterscheinungen wären unausbleiblich.

Der Körper, der in dem zusammengesetzten Spektrum der Nova das kontinuierliche Spektrum mit Absorptionsbändern gezeigt hat, und der, wie bekannt, mit einer Geschwindigkeit von ca. 90 Meilen den Weltraum durchläuft, sei nun einem Systeme nahe gekommen, dessen Bewegung nicht von den gewöhnlichen Verhältnissen abweicht, für dessen Bewegungsrichtung keine besonderen Annahmen gemacht zu werden brauchen.

Durch den nahen Vorübergang an einem grösseren oder an mehreren kleineren Körpern des Systems, vielleicht auch durch direkten Zusammenstoss mit kleineren Körpern, ist der in das System eintretende Stern plötzlich in einen hohen Glühzustand versetzt worden. Zur Zeit der spektroskopischen Beobachtung hat sich der Körper in einem Teile des supponierten Sonnensystems befunden, welcher dichter mit kleinen Körperchen angefüllt gewesen ist, diese haben durch den nahen Vorübergang und durch teilweises Zusammentreffen zunächst den hohen Glühzustand der Oberfläche und der Atmosphäre des eindringenden Körpers aufrecht erhalten, den derselbe wegen des weit ins Violett sich ausdehnenden kontinuierlichen Spektrums mit Absorptionslinien gehabt haben muss. Sie haben hierbei teilweise selbst enorme Erhitzung und eine mehr oder minder grosse Geschwindigkeit erhalten, welcher das Spektrum mit hellen Linien seine Entstehung verdankt, haben also eine ähnliche Wirkung hervorgebracht wie die Teilchen der kosmischen Wolke bei der Seeliger'schen Hypothese; nur besteht hier der wesentliche Unterschied, dass die Bewegung der Körperchen durch den Zentralkörper reguliert war, sie eine wirkliche Strömung gegen den eindringenden Körper besassen und infolge derselben nicht nach allen Richtungen sich auf letzteren zubewegt haben können.

Hiermit wird es erklärlich, weshalb die hellen Linien verbreitert, einseitig verschoben und verwaschen gewesen sind; auch hat es nichts Befremdendes mehr, dass die geringste Verschiebung der hellen Linien (der eine Rand) nicht mit der Mitte der dunklen zusammenfiel, sondern einer geringen Bewegung im Weltraume entsprach, die möglicherweise nicht sehr verschieden von der des supponierten Sonnensystems gewesen ist.

Durch unausbleibliche Störungen der Niveauflächen und dadurch bedingte Eruptionen sind auch Erhitzungen in den Atmosphären des Zentralkörpers und grösserer Körper des Systems erfolgt, die, wenn sie nicht so stark gewesen sind, dass die Oberflächen der Körper selbst eine höhere Temperatur erhalten haben als ihre Atmosphären, was auch bei Erhitzungen von aussen durch auffallende kleinere Körper zunächst zu erwarten ist, ebenfalls ein Spektrum mit vorzugsweise hellen Linien gegeben haben werden. Es erklärt sich hiermit auf einfache Weise das Intensitätsmaximum in den hellen Wasserstofflinien, welches eine geringe Bewegung im Weltraume andeutet, und welches anfänglich die grösste Intensität besass.

Auch für das zweite Intensitätsmaximum, welches sich lange erhalten hat, und für das nur vorübergehend aufleuchtende dritte Maximum in den hellen Wasserstofflinien, ja selbst für die feinen hellen Linien, die in den dunklen Wasserstofflinien auftraten, könnten, unter der Voraussetzung, die letzteren seien nicht als Umkehrungserscheinungen aufzufassen, unter welcher sie sich, nebenbei bemerkt, durch keine der vorerwähnten Hypothesen erklären liessen, Erklärungen gefunden werden mit Zugrundelegung von Annahmen, für deren Wahrscheinlichkeit in einem so gestörten Systeme genügend Anhaltspunkte gegeben sind.

Noch spezieller führe ich an, dass die Anomalien, die bei den Messungen an den D-Linien beobachtet worden sind, insofern die Verschiebung der Mitte der Linie im Sternspektrum gegen die ruhende Lichtquelle geringer gefunden wurde als an den Wasserstofflinien (Huggins, Becker), sowie ähnliche Beobachtungen an feineren Chromosphärenlinien (Campbell), sich hier als selbstverständlich ergeben, indem in den von verschiedenen Körpern herrührenden Spektren nicht dieselben Linien aufgetreten zu sein brauchen. Weiter erwähne ich, dass das zweite Aufleuchten der Nova im Herbst 1892 auf eine Begegnung des das supponierte Sonnensystem durcheilenden Körpers diesmal mit einem einzelnen äusseren Gliede desselben zurückgeführt werden kann, und bemerke noch, dass wohl der sicherste Beweis für die Richtigkeit der hier entwickelten Anschauungen gegeben wäre, wenn sich mit grösserer Sicherheit Veränderungen der Wellenlängen der hellen Linien in dem jetzt sichtbaren Spektrum, wie sie die Beobachtungen Campbell's andeuten, nachweisen liessen, die eine Bahnbewegung anzunehmen gestatteten.

Ich will mich jedoch nicht weiter in Einzelheiten verlieren, da es mir in der Hauptsache nur darauf ankam, zu zeigen, dass die Wahrscheinlichkeit für die Begegnung eines im Weltraume umherirrenden Körpers mit einem geregelten Systeme von Körpern keine zu geringe ist, indem gegen die Annahme eines Planetensystems bei einem Fixsterne nichts eingewendet werden kann, und dass durch die Annahme eines solchen Systems, in welchem sich ein Körper, der sich mit der abnormen Geschwindigkeit von 90—100 Meilen bewegt, Wochen, ja Monate lang aufgehalten haben kann, da er beispielsweise zur Durchschreitung unseres Sonnensystems volle 5 Monate gebrauchen würde, die wichtigsten bei der Nova Aurigae beobachteten Erscheinungen eine ungezwungene Erklärung finden können."

Die Vogel'sche Deutung des kosmischen Vorganges verdient sicherlich den Vorzug vor allen ähnlichen. Nur ein Punkt bietet Schwierigkeiten. Es ist die rasche Lichtabnahme der Nova. Bei dem Erglühen eines oder mehrerer grosser Weltkörper ist ein Erkalten, resp. eine Lichtabnahme innerhalb kurzer Zeit nur dann möglich, wenn sich die ganze Masse in einen Nebel von grosser Ausdehnung auflöst. Ein erglühter Stern wird anderseits seine Helligkeit gewiss in vielen Jahren und selbst Jahrtausenden nur unwesentlich ändern können.

Auf diese Schwierigkeit hat der Herausgeber dieses Jahrbuches in seinem Werke: „Kosmologische Briefe", schon früher hingewiesen. Er sagt

dort: „Man darf keinen Augenblick in Abrede stellen, dass die Abkühlung der grossen Weltkörper erst nach ausserordentlich langen Zeiträumen merklich werden kann. Allein die bei den sogenannten neuen Sternen nach wenigen Tagen eintretende Lichtabnahme wird auch meines Erachtens nicht durch Abkühlung infolge der Wärmeausstrahlung hervorgerufen, sondern hat einen anderen Grund. Denken wir uns, dass zwei grosse kosmische Massen, etwa 2 Fixsterne, aufeinander prallen, so wird augenblicklich eine ungeheuere Glut entstehen, welche. aus kosmischer Entfernung gesehen, als schnelle Lichtzunahme eines Sternes erscheint. Die Materie der beiden Weltkörper muss infolge dieser Wärmezunahme völlig vergasen, d. h. die einzelnen Teilchen der Materie werden sich von einander entfernen und einen Nebelfleck bilden, dessen Ausdehnung von der Masse und Temperatur der beiden zusammengestossenen Sterne abhängt. Diese Ausdehnung der vergasten Materie von dem Volum zweier Fixsterne bis zu dem milliardenfach grösseren eines Nebelfleckes kann aber nicht momentan erfolgen, sondern erfordert eine gewisse Zeit, die bei den ungeheuren Dimensionen, um welche es sich hier handelt, sicherlich nach Wochen und vielleicht selbst nach Monaten zu berechnen ist. Gleichzeitig aber muss während dieses Vorganges die Temperatur der Gasmasse sinken, denn die Ausdehnung kann nur auf Kosten der Wärme stattfinden. Mit dem Sinken der Temperatur aber erfolgt Abnahme der Leuchtkraft, d. h., aus Fixstern-Entfernung gesehen, Abnahme der Helligkeit des „neuen" Sternes. Die vergaste Masse ist also nach dem eben geschilderten Vorgange nicht eigentlich mehr ein Stern, sondern ein kosmischer Nebel von sehr geringer Helligkeit."

Ob nun das Spektroskop thatsächlich im letzten Stadium der Sichtbarkeit eine Nova, deren Spektrum mit dem der planetarischen Nebel völlig übereinstimmend, zeigt oder nicht, ist von geringem Belange. Di Erklärung der raschen Lichtabnahme lässt sich auf gar keine andere Weise gleich ungezwungen geben, und eine Ähnlichkeit des Spektrums der Nova mit dem Spektrum der Gasnebel ist wenigstens nicht in Abrede zu stellen.

Prof. Seeliger hat gegen die Vogel'sche Erklärung des Aufleuchtens der Nova eine Reihe von Bedenken erhoben[1]), welche ihn zu dem Schlusse führen, dass diese und ähnliche Hypothesen nicht geeignet seien, als Grundlage für weitere Betrachtungen zu dienen.

**Über die Natur des Spektrums der Nova Aurigae** spricht sich neuerdings W. Campbell sehr bestimmt aus[2]). Er hat dasselbe optisch und photographisch am grossen Lick-Refraktor vielfach beobachtet und ausser den beiden Hauptnebellinien noch eine ganze Menge anderer Linien darin wahrgenommen, welche sich auch in den Spektren der Nebelflecken finden. Hierauf gestützt, erklärt er das Spektrum des Sternes in den letzten Stadien seiner Sichtbarkeit für ein Nebelfleckspektrum. „Wenn man", sagt er schliesslich, „dies nicht zugeben will, so muss ich fragen, was man denn in diesem Spektrum finden soll, um es als Nebelspektrum erklären zu können."

W. Campbell giebt eine Zusammenstellung sämtlicher hellen Spektrallinien, die er in fünf planetarischen Nebeln gefunden, mit denjenigen, die das Spektrum der Nova zeigte. Folgende Tabelle enthält diese Zusammenstellung.

---

[1]) Astron. Nachr. Nr. 3187.
[2]) Astron. Nachr. Nr. 3189.

| Orion-Nebel | G. K. 4390 Σ 6 | N. G. K. 7027 | G. K. 4964 | G. K. 4373 | Nova Aurigæ |
|---|---|---|---|---|---|
| $D_3$ | 5876 | $D_3$ | — | — | — |
| — | — | 5751 | — | — | 5750 |
| — | — | 5412 | — | — | — |
| — | — | 5313 | 532 | — | — |
| 5007 | 5007 | 5007 | 5007 | 5007 | 5002 |
| 4959 | 4959 | 4959 | 4959 | 4959 | 4954 |
| 4862 | 4862 | 4862 | 4862 | 4862 | 4857 |
| — | 4743 | 4743 | 4744 | — | — |
| 4713 | 4714 | 4716 | 4714 | — | 471 |
| — | 4687 | 4688 | 4686 | — | 4681 |
| 4661 | 4663 | — | 4663 | — | — |
| — | 4637 | 4631 | 4640 | — | 4630 |
| — | 4610 | — | — | — | 460 |
| — | 4595 | — | — | — | — |
| — | 4574 | — | — | — | — |
| — | — | — | — | — | 451 |
| 4473 | 4473 | — | 4472 | 4472 | 4466 |
| 4390 | 4390 | — | — | — | 438 |
| 4363 | 4364 | 4363 | 4364 | 4363 | 4358 |
| 4341 | 4341 | 4341 | 4341 | 4341 | 4336 |
| 427 | — | — | — | — | 426 |
| 424 | — | — | — | — | 423 |
| 4102 | 4102 | 4102 | 4102 | 4102 | 4098 |
| 4067 | — | — | 4067 | 4067 | — |
| 4026 | 4026 | — | 4026 | 4026 | — |
| 3969 | 3969 | — | 3969 | 3969 | 396 |
| 3889 | — | — | — | 3888 | — |
| 3868 | 3868 | | 3868 | 3867 | — |
| 3836 | — | — | — | — | — |

**S. W. Burnham's Doppelsternmessungen 1891.** S. W. Burnham teilt [1]) seine Beobachtungen über Doppelsterne mit, die er im Jahre 1891 am 36-Zöller der Lick-Sternwarte angestellt hat. Der berühmte Beobachter bemerkt, dass dieses Jahr weniger günstig gewesen; auch sei die Handhabung eines so grossen Instrumentes immerhin mit ansehnlichem Zeitverluste verknüpft. Durchgängig waren 2 Abende in der Woche diesen Beobachtungen gewidmet, und wurde der Beobachter dabei von seinem Sohne A. J. Burnham, Sekretär des Observatoriums, unterstützt. Was die Messungen anbelangt, so wurden bisweilen an einem Abende (bei 8—10-stündiger Beobachtungsdauer) bis zu 70 angestellt, doch sind schon 40 bis 50 viel für eine gute Nacht, und der allgemeine Durchschnitt ist noch geringer. Die Beobachtungen beziehen sich meist auf sehr schwierige Doppelsterne, besonders solche, die nur in den mächtigsten Teleskopen noch gemessen werden können. Eine besondere Absicht, neue Doppelsterne zu entdecken, waltete bei diesen Beobachtungen nicht vor, die neu aufgefundenen wurden nur zufällig gesehen und dann gemessen. Aus denselben mögen folgende wenige

[1]) Astron. Nachr. **130.** p. 257.

hier hervorgehoben werden. $\beta$ bezeichnet die laufende Nummer des Burnham'schen Verzeichnisses, und die Örter gelten für 1880; d bezeichnet die Distanz in Bogensekunden, p den Positionswinkel.

$\beta$ 1225 RA $0^h$ $20^m$ $55^s$ D + 20° 26′ d 1.15″ p 189.3° 8.1 und 11.8 Grösse. 1891.85.

$\beta$ 1226 RA $0^h$ $24^m$ $58^s$ D + 57° 29′ d 0.40″ p 190.8° 8.5 und 10.5 Grösse. 1891.58.

$\beta$ 1239 RA $5^h$ $23^m$ $28^s$ D + 34° 9′. Ein dreifacher Stern, von Herschel gemessen, der ihn beschreibt als eines der merkwürdigsten Objekte des Himmels, indem er ein gleichseitiges Dreieck bilde und genau im Zentrum eines kleinen kreisrunden Nebels stehe, der sich noch etwas über die Sterne hinaus ausdehne, gleich einer Atmosphäre. Der 36-zöllige Refraktor zeigte den innersten Begleiter sogleich doppelt. Nennt man die Sterne A, B, C, so ist A = 9.5, B = 9.9, C = 11.2 Grösse. A steht von B 8″, A von C 10.5″ entfernt. B ist von Burnham als doppelt erkannt worden: d = 2.31″ p = 324.6°, der Begleiter ist äusserst schwach, 15.2 Grösse.

$\beta$ 1240, 26 Aurigae, RA $5^h$ $30^m$ $56^s$ D + 30° 25′, A = 5.6, B = 6.0, C = 8.7, D = 11. Grösse. AB : d = 0.15″ p = 344.4°. AB und C : d = 12.25″ p = 268.3°, AB und D : d = 32.33″ p = 112.7°. Der innerste Begleiter B wurde mit dem 36-Zöller entdeckt, C ist früher von Struve gesehen und gemessen worden, D wurde 1877 von Burnham entdeckt.

$\beta$ 1253, 28 Lyrae RA $18^h$ $28^m$ $24^s$ D + 30° 28′. Der Hauptstern, dem blossen Auge sichtbar, ist 6.5 Grösse, der Begleiter 13.5 Grösse, d = 7.44″ p = 156.3°. 1891.4.

Von älteren Doppelsternen giebt Burnham neue eigene Messungen, die sich über 400 Paare erstrecken. Unter ihnen ist am interessantesten $\gamma$ Andromedae, dessen Begleiter bekanntlich doppelt ist. Im Jahre 1891 war dieser so schwierig, dass selbst der 36-Zöller die Trennung nicht sicher darstellte. Bei 2600-facher Vergrösserung erschien der Stern Mitte des Jahres nur länglich, zu anderen Zeiten konnte die Distanz schwerlich grösser als 0.05″ sein. Der Positionswinkel schien im Mittel = 312.6°. Burnham glaubt, dass das Paar jetzt wieder weiter zu werden beginnt.

$\beta$ 526 $\beta$ im Perseus oder Algol. Ein fünffacher Stern. A, der Hauptstern, ist veränderlich, B = 13.5, C = 14.2, D = 11, E = 12.5 Grösse.

A und B : d = 57.48″ p = 155.4°; A und C : d = 68.38″ p = 144.3°; A und D : d = 81.51″ p = 192.5°; D und E : d = 11.52″ p. = 115.0°; B und C : d = 14.83″ p = 101.1°. Kein näherer Stern beim Hauptstern konnte am 36-Zöller gesehen werden.

$\beta$ 1031 $\iota$ Tauri. Der doppelte Begleiter C und D bildet ein physisches System C = 10.6, D = 13.7 Grösse d = 1.83″ p = 277.0°.

54 Eridani. Bestimmt einfach. Nicht die geringste Spur von Duplizität konnte gesehen werden.

Sirius. Auch bei bester Luft konnte keine Spur des Begleiters gesehen werden.

$\beta$ 1077, $\alpha$ ursae majoris. Der Begleiter 11. Grösse stand 1891.30 in d = 0.80″ p = 316.8°, er scheint sich jährlich in etwa 5° um den Hauptstern zu bewegen.

**Der Doppelstern $\Sigma$ 1785.** Dieser Stern, dessen Ort für 1880 ist: Rektasz. $13^h\ 43^m\ 38^s$ Dekl. + 27° 35′, wurde von South 1823 als doppelt erkannt und wie folgt gemessen: Distanz 5.66″, Positionswinkel 160.4° Wie Burnham bemerkt, ist diese Distanz aber um 2″ zu gross, denn Struve fand sie 1830 = 3.49″. Nach der Zusammenstellung sämtlicher Messungen, die Burnham giebt[1]) muss die Umlaufsdauer des Begleiters sehr gross sein, doch ist gegenwärtig die Winkelbewegung erheblich und daher wünschenswert, dass der Stern möglichst jährlich gemessen wird. Die Distanz nimmt stetig ab. Burnham giebt folgende letzte Messungen am 36-Zöller:
1892.37 Distanz 1.46″, Positionswinkel 248.6°.

**Die Bahn des Doppelsternes $\Sigma$ 2** (Rektasz. $0^h\ 3.8^m$ Dekl. + 79° 9′ für 1900) ist von Prof. v. Glasenapp berechnet worden[2]). Er benutzte dabei Beobachtungen von 1828 bis 1892 und fand folgende genäherte Elemente der Bahn: Perihel 1890.87, Umlaufszeit 166.24 Jahre, Knoten 154.9°, Neigung 70.2°, Exzentrizität 0.40, halbe grosse Axe 0.55″. Die beiden Komponenten sind 6.3 und 6.6 Grösse.

**Die Bahn des Doppelsternes 85 Pegasi** ist von Prof. v. Glasenapp neu bestimmt worden[3]). Es ergab sich durch Anbringung der Korrektionen an die früher von Schaeberle erhaltenen Elemente: Perihel 1884.21, Umlaufszeit 17.487 Jahre, Knoten 307.32°, Neigung 66.74°, Exzentrizität 0.164, halbe grosse Axe 0.80″. Die beiden Komponenten sind 6. und 11. Grösse.

**Die Bahn des Doppelsternes $\beta$ Delphini** ist ebenfalls von Prof. v. Glasenapp neu bestimmt worden[4]). Er findet folgende Elemente: Perihel 1882.38, Umlaufszeit 24.16 Jahre, Knoten 174.40°, Neigung 64.64°, Exzentrizität 0.284, halbe grosse Axe 0.51″.

**Die Bewegung von $\zeta$ Herkules** in der Richtung der Gesichtslinie zur Erde ist, worauf A. Belopolsky aufmerksam macht[5]), sehr beträchtlich. Der Stern ist 3. Grösse mit einem Begleiter 6.5 Grösse in 1″ Distanz. Sein Spektrum wurde von A. Belopolsky am 30-zölligen Refraktor der Pulkowaer Sternwarte photographiert. Er gehört zur II. Vogel'schen Klasse und erlaubt deshalb eine ziemlich sichere

---

[1]) Monthly Notices 58. Nr. 2. p. 60.
[2]) Astron. Nachr. Nr. 3145.
[3]) Astron. Nachr. Nr. 3145.
[4]) Astron. Nachr. Nr 3177.
[5]) Astron. Nachr. Nr. 3184.

Bestimmung der Bewegung in der Gesichtslinie durch die Verschiebung der Spektrallinien. Die Aufnahmen geschahen am 18. und 22. Mai und 2., 3., 4., 14., 16. Juni 1893. Sie ergaben als Bewegung relativ zur Sonne im Mittel —9.5 geographische Meilen pro Sekunde. Der grösste Wert war —11.3, der kleinste —8.6 Meilen. Die Spektrophotogramme wurden meist auf 2 Arten gemessen, nämlich einmal durch die Verschiebung der passendsten Linien gegen die künstliche Wasserstofflinie $H\gamma$, gemäss Vogel's Methode, dann direkt durch Verschiebungen gegen die künstlichen Eisenlinien.

**Der Sternhaufen im Fuhrmann** (General-Katalog Nr. 1119), in Rektasz. $5^h\ 21^m$ Dekl. $+ 35^0\ 45'$ (1890) ist von Dr. B. Mathiessen auf der Sternwarte zu Karlsruhe genau vermessen worden. Der Haufen steht in der Milchstrasse, nicht weit von dem Sternhaufen General-Katalog Nr. 1166 und erscheint im 6-zölligen Refraktor der Sternwarte als schönes, reichhaltiges Objekt von unregelmässiger Strahlenform und mit einem Zentralsterne 9.4 Grösse, der von den übrigen Sternen des Haufens durch einen ziemlich breiten Raum getrennt ist. „Bei Betrachtung in dunklem Gesichtsfelde,“ sagt Dr. Mathiessen, „hat man den Eindruck, als ob sich eine sehr grosse Zahl von Sternen mit dem 6-zölligen Instrumente messen liess.“ In Wirklichkeit konnten nur 35 Sterne, von denen die schwächsten 11. Grösse sind, gemessen werden. Dr. Mathiessen möchte diesen Umstand der Gedrängtheit des Haufens (der eingenommene Raum beträgt kaum $^1/_{16}$ Quadratgrad) und dem milchigen Hintergrunde zuschreiben[1]).

**Der grosse Sternhaufen im Herkules** (Messier 13) ist von Dr. Scheiner photographisch aufgenommen und untersucht worden[2]). Dieses Objekt ist von Halley 1714 entdeckt worden, aber schon dem blossen Auge in sehr klaren Nächten als nebliger Stern erkennbar.

Messier sah ihn 1764 wieder und beschrieb ihn als runden, glänzenden Nebel, in welchem mit einem $4^1/_2$-füssigen Spiegelteleskope keine Sterne erkannt werden können. W. Herschel löste 1783 mit einem 7-füssigen Spiegelteleskope den Nebel in Sterne auf. John Herschel gab 1833 eine schematische Zeichnung des Nebels, die wenig Wert hat, das Gleiche gilt von Secchi's Zeichnung, während Trouvelot eine Darstellung des Sternhaufens lieferte, die verhältnismässig sehr gut ist. In derselben, die am 15-zölligen Refraktor zu Cambridge erhalten wurde, ist der mittlere Teil des Haufens mit unaufgelöstem Nebel dargestellt. Auf dem Wege des blossen Zeichnens kann man wohl nicht viel weiter kommen. Einen Fortschritt zeigt dagegen die erste photographische Aufnahme dieses

---

[1]) Veröffentlichungen der Grossherzoglichen Sternwarte zu Karlsruhe. 1892. 4. Heft.

[2]) Abhandl. d. Königl. Preuss. Akad. d. Wissensch. 1892. Anhang.

Haufens durch die Gebrüder Henry in Paris 1887. Die Expositionsdauer war 2 Stunden, die Sterne gegen den Rand hin sind völlig aufgelöst, die Mitte des Haufens jedoch nur teilweise.

Dr. Scheiner ging an seine Arbeit von der Erfahrung geleitet, dass das vorzügliche Steinheil'sche Objektiv des Potsdamer photographischen Refraktors eine beträchtlich bessere Vereinigung der Strahlen bewirkt als das Pariser Instrument, und dass also die Durchmesser der Sternscheibchen entsprechend kleiner sind, es also möglich erscheine, bei möglichst günstigen Luftzuständen und bei sorgfältigster Fokussierung Photographien des Sternhaufens zu erhalten, welche auch die mittleren Teile vollständig aufgelöst zeigen. Nach mehreren nicht befriedigend ausgefallenen Versuchen erhielt er am 9. September 1891 bei zweistündiger Expositionszeit eine Aufnahme des Sternhaufens, die allen berechtigten Anforderungen entspricht. Auch eine einstündige Aufnahme vom 10. September gelang recht befriedigend, wenngleich wegen der stärkeren Luftunruhe die Sterne zur Ausmessung weit weniger geeignet erscheinen, als auf der ersten Platte. In Anbetracht der Schwierigkeiten, welche die Herstellung einer guten Photographie trotz der hervorgehobenen Vorzüge des Objektivs bereitet hat, hat Dr. Scheiner die Überzeugung gewonnen, dass nicht mit allen jetzt vorhandenen photographischen Refraktoren die völlige Auflösung des Sternhaufens zu erzielen sein dürfte.

„Gerade der Umstand," sagt er, „dass bei der Ausmessung dieses Objektes nicht das Maximum der überhaupt bei photographischen Aufnahmen erreichbaren Genauigkeit erlangt werden kann, liess es mir von Interesse erscheinen, das Mass derselben auch für die ungünstigsten Fälle festzustellen. Ausser den eben angeführten sind aber auch noch andere Gründe für die Wahl gerade dieses Sternhaufens massgebend gewesen. Man war bisher nicht in der Lage, nach den direkten Beobachtungen auch nur annähernd über die Struktur der dichtgedrängten Sternhaufen ins Klare zu kommen, und es erschien mir daher von Interesse, diesem Mangel zunächst einmal bei einem der typischsten Glieder dieser Klasse von Himmelskörpern abzuhelfen und damit eine Beurteilung der zuweilen etwas an das Phantastische streifenden Beschreibungen dieser Objekte zu ermöglichen. Endlich liegt meiner Meinung nach gerade bei einem so dicht gedrängten Sternhaufen eine gewisse Wahrscheinlichkeit vor, innerhalb nicht allzugrosser Zeiträume gesetzmässige Bewegungen der Komponenten zu finden. Es ist allerdings durchaus denkbar, dass die Distanzen zwischen den Sternen des Haufens von derselben Ordnung sind, wie in unserem Sternsysteme, und dass nur die ausserordentlich grosse Entfernung die scheinbare Dichtigkeit erzeugt; gewisse, weiter unten noch näher zu erwähnende Eigentümlichkeiten, welche die im Haufen enthaltenen Nebelmassen zeigen, scheinen mir aber eher anzudeuten, dass die Dimensionen des Systems und entsprechend die Entfernungen von uns nicht so

ungeheuere sind, und dass damit die Hoffnung, in absehbaren Zeiten Bewegungen zu erkennen, begründet sein dürfte.

Die beste Zeichnung des Sternhaufens dürfte wohl die von Trouvelot am 14-zölligen Refraktor der Cambridger Sternwarte erhaltene sein. Dieselbe stellt den Sternhaufen mit starker Verdichtung nach der Mitte und mit unaufgelöstem Nebel dar. Von den 171 eingezeichneten Sternen sind viele in den Randteilen in Übereinstimmung mit der Photographie, in der Mitte dagegen scheinen sie willkürlich angegeben zu sein. Die sich abzweigenden und teilweise von Nebel begleiteten Ausläufer sind ziemlich richtig dargestellt.

Von den bisher erwähnten weicht die Rosse'sche Beschreibung und Zeichnung insofern ab, als nach derselben 3 Kanäle vorhanden sind, welche sich nahe der Mitte im südöstlichen Teile des Haufens vereinigen. Auf der Zeichnung heben sich diese völlig sternenleer gezeichneten Kanäle in jedenfalls stark übertriebener Weise sehr scharf ab. Um über die Existenz der Kanäle ein unbefangenes Urteil zu erhalten, hat im Jahre 1887 Harrington zu Ann Arbor durch einen Maler, dem die Rosse'sche Zeichnung unbekannt war, mit Refraktoren von 6 und 12 Zoll Öffnung Abbildungen des Sternhaufens anfertigen lassen. Auf diesen Zeichnungen sind die Kanäle deutlich sichtbar, und Harrington giebt an, dass ihre Sichtbarkeit mit der Vermehrung der Vergrösserung bis 500 eine immer bessere geworden sei."

Dr. Scheiner hat sich vergeblich bemüht, diese Kanäle in dem 9-zölligen Leitfernrohre des photographischen Refraktors zu Potsdam mit Sicherheit zu erkennen; auch geben die photographischen Aufnahmen keine Andeutung von wirklichen Kanälen.

Die photographischen Aufnahmen des Sternhaufens wurden so ausgeführt, wie es, abgesehen von der Expositionszeit, für die Anfertigung der grossen Himmelskarte vorgesehen ist.

Die Ausmessung auf den Platten wurde mit dem für die Zwecke der photographischen Himmelskarte angefertigten Repsold'schen Messapparate ausgeführt.

Die beiden Aufnahmen wurden erhalten: Platte I am 9. September 1891, $19^h\ 4^m$ bis $21^h\ 1^m$ Sternzeit; Platte II am 10. September 1891, $19^h\ 18^m$ bis $20^h\ 18^m$ Sternzeit.

Die Helligkeit der Sterne wurde nach einer willkürlichen Skala ausgedrückt, in welcher 1 den schwächsten noch wahrnehmbaren Lichteindruck und 10 die Helligkeit der zwei hellsten Sterne bezeichnet, von denen der eine ein bekanntes Objekt am südwestlichen Rande des Haufens ist.

Die Umwandlung dieser Helligkeitsschätzungen in Sterngrössen war nur auf einem nicht sehr sicheren Umwege zu erreichen, und zwar durch Anschluss an die von Charlier auf photographischem Wege ermittelten Sterngrössen der Plejaden. So fand sich, dass Skala 10 der Grösse 11.7 und Skala 1 der Grösse 14 entspricht.

Letztere Grössenklasse ist also die der schwächsten auf der Photographie Dr. Scheiner's noch sichtbaren Sterne.

Dr. Scheiner hat die Resultate seiner Arbeit über diesen Sternhaufen selbst zusammengefasst. Das Wesentlichste daraus ist mit den Worten des Autors folgendes:

„Ein Bild des Sternhaufens nach der zweistündigen photographischen Aufnahme giebt die Zeichnung. Dieselbe ist im zehnfachen Massstabe der Originalgrösse nach den Katalogpositionen angefertigt, jedoch konnte eine Anzahl von Sternen, etwa 30—40 in der Mitte des Haufens, wegen Ineinanderfliessens der Scheibchen nicht eingezeichnet werden. Auch der das Innere erfüllende Nebel ist fortgelassen, dagegen sind die Nebelknoten, deren Ort gemessen worden ist, als Sterne eingetragen. Von den drei von Rosse zuerst beschriebenen Kanälen ist, wie schon oben bemerkt, keine Andeutung vorhanden; nur bei undeutlicher Betrachtung kann durch Aneinanderreihen kleiner leerer Stellen scheinbar der Eindruck von Kanälen entstehen. Dagegen sind die von vielen Beobachtern angegebenen Arme, welche sich von der Mitte aus bis etwa 6′ Abstand erstrecken, deutlich zu erkennen. Es ist auch in neuester Zeit mehrfach die Aufmerksamkeit auf diese Arme und auch auf die Gruppenbildungen im Inneren des Haufens hingelenkt worden, indem man geglaubt hat, diesen Anordnungen eine besondere Bedeutung beilegen zu müssen. Ich kann mich dieser Ansicht nicht anschliessen, vielmehr halte ich es bei diesem Sternhaufen für gänzlich verfehlt, derartige Spekulationen zu eröffnen. Wenn, abgesehen von der Dichtigkeitsabnahme nach dem Rande zu, die Sterne nach dem Zufalle verteilt sind, so ist hierunter keineswegs zu verstehen, dass alle Komponenten nun gleichweit von einander abstehen müssten, vielmehr müssen kleinere Gruppierungen eintreten, und im vorliegenden Falle scheinen mir dieselben keineswegs das Mass des beim Zufalle Zulässigen zu überschreiten. Es lässt sich dies durch ein einfaches Experiment sehr leicht zeigen. Wenn man eine der Zahl der Sterne des Haufens entsprechende Zahl von Körnern irgend einer pulverisierten Substanz von einer gewissen Höhe auf eine horizontale Ebene herabfallen lässt, so verteilen sich dieselben annähernd nach der Dichtigkeitsabnahme, wie sie der Sternhaufen zeigt. Gleichzeitig aber weist der so erhaltene künstliche Sternhaufen leere Stellen und sich abzweigende Arme auf, welche durchaus dem Anblicke, den der Herkulessternhaufen bietet, entsprechen. Die Ähnlichkeit wird zuweilen so frappant, als ob man die Körnchen nach der Zeichnung geordnet hätte.

Ähnliche Gruppierungen und Figuren, wie sie durch die Sterne des Sternhaufens gebildet werden, kann man übrigens auch an fast jeder einigermassen sternreichen Stelle des Himmels finden. . .

Von besonderem Interesse ist dagegen das Verhalten des Nebels im Haufen zu den Sternen selbst. Während das Innere des Haufens vollständig mit Nebel erfüllt ist, zeigt der letztere sich weiter nach

dem Rande hin nur als Begleiter von Sternen oder Sterngruppen; es kommen hier Sterne vor, welche zweifellos mit mächtigen Atmosphären wie die sogenannten Nebelsterne umgeben sind. Ferner sind kleinere Nebelflecken vorhanden von fast gleichmässiger Helligkeit, ohne merkliche Verdichtung, bis zu deutlichen Nebelknoten von unregelmässiger Form. Es scheint mir keine Frage, dass das System Objekte vom einfachen Nebel bis zum völlig ausgebildeten Sterne in sich schliesst, und dass dasselbe noch verhältnismässig sehr dichten Nebel enthält, und dieser Umstand lässt nach zwei Richtungen hin Schlüsse zu, die ich aber nur mit allem Vorbehalte ziehen will, dass nämlich das System sich noch in einem relativ frühen Entwickelungsstadium befindet, und dass die Sterne desselben thatsächlich näher zusammenstehen, als z. B. in unserem Sternsysteme, weil sich die Atmosphären noch gleichsam berühren. Es ist daher, wie schon bemerkt, denkbar, in absehbaren Zeiträumen systematische Bewegungen der Sterne zu erkennen.

Ich habe noch versucht, die Lage des Schwerpunktes des Sternhaufens zu ermitteln. Der geometrische Schwerpunkt der uns sichtbaren Projektion des Haufens, d. h. das Mittel aller Sterne, fällt nur dann mit dem wirklichen zusammen, wenn symmetrisch um den Schwerpunkt herum die Sterne mit verschiedenen Massen gleichmässig, resp. nach dem Zufalle verteilt sind. Diese zunächst der Bestimmung zu grunde gelegte Annahme ist diejenige, welche a priori am wahrscheinlichsten ist, eine strenge Prüfung ihrer Richtigkeit würde aber nur dann möglich sein, wenn die relativen Massen der Sterne bekannt wären. Eine für praktische Zwecke genügende ist indessen schon dann gegeben, wenn unter starken Variationen der den einzelnen Sternen zu gebenden Massen oder ihrer bei der Schwerpunktsbestimmung zu benutzenden Gewichte keine starken Veränderungen in der Lage des Schwerpunktes herauskommen."

Dr. Scheiner hat auch unter verschiedenen Annahmen die scheinbare Lage des Schwerpunktes des Sternhaufens abgeleitet. Er findet dafür schliesslich den Ort (für 1891) von $16^h\ 37^m\ 47.1^s$ Rektasz. und $36^0\ 40'\ 13''$ nördl. Dekl. Die besseren unter den bisher erlangten Ortsbestimmungen des Objektes geben im Mittel $16^h\ 37^m\ 46.6^s + 36^0\ 40'\ 2''$ für eine etwa 30 Jahre zurückliegende Epoche. Der nicht unbeträchtliche Unterschied in Dekl. entspricht dem Umstande, dass die Maximalhelligkeit, auf welche sich die Pointierungen bei Beobachtung des Objektes im ganzen naturgemäss beziehen müssen, etwa $10'' - 15''$ südlicher liegt als der hier abgeleitete geometrische Schwerpunkt.

„Fast alle dichten Sternhaufen," bemerkt der Verf., „erscheinen wie Messier 13 als kreisrunde Scheiben, und es ist daher die Annahme am plausibelsten, dass ihre wirkliche Gestalt die Kugel ist. Schon Secchi, der dies als selbstverständlich annimmt, bemerkt, dass die Dichtigkeit bei Messier 13 in der Mitte stärker sei, als nach der Projektion einer Kugel von gleichmässiger Dichtigkeit auf eine

Ebene resultieren würde. Seine weiteren Angaben, dass die helleren Sterne sich wesentlich am Rande des Haufens befänden, und dass die wenigen in der Mitte nur auf letztere projiziert erschienen, indem die hellen Sterne gleichsam nur einen Mantel um den eigentlichen Sternhaufen bildeten, ist hinfällig, da gerade umgekehrt die helleren Sterne hauptsächlich in der Mitte vorhanden sind."

Um zu prüfen, wie stark die Dichtigkeitsverteilung des Sternhaufens unter Annahme der Kugelgestalt von einer gleichmässigen abweicht, hat Verf., vom Schwerpunkte ausgehend, sechs konzentrische Kreise gezogen, welche die Bedingung erfüllen, dass die Inhalte der diesen Kreisen zugehörenden und die Kugel durchdringenden konaxialen Zylinder von der Mitte aus gerechnet den Zahlen von 1 bis 6 proportional sind. Dann entsprechen die durch die Kreise begrenzten Ringe im Sternhaufen gleichen Inhalten in der Kugel.

Bei gleichmässiger Dichtigkeit müsste für jede Abteilung die gleiche Zahl der Sterne resultieren. Dies ist nicht der Fall und evident, dass die Dichtigkeit im Inneren eine ausserordentlich viel grössere ist als nach dem Rande zu, doch hat Verf. es bei der Unsicherheit der Zahlen vorgezogen, keine weiteren Untersuchungen über das Gesetz der Dichtigkeitsabnahme anzustellen. Dieselben würden auch aus dem Grunde unsicher bleiben, weil in der Mitte des Haufens die schwächeren Sterne wegen des Nebels nicht sichtbar sind, die Mitte also noch, in unbekanntem Masse, dichter ist, als die gefundenen Zahlen angeben.

Um zu ermitteln, wie viele der Sterne wahrscheinlich sich nur zufällig auf den Sternhaufen projizieren, hat Dr. Scheiner eine Abzählung aller Sterne in dem Sternhaufen zugehörenden Quadratgrade, welche die Helligkeit 1 bis 10 besitzen, vorgenommen. Danach ist anzunehmen, dass 27 der vermessenen Sterne nicht zum Haufen gehören.

**Beobachtungen von Nebelflecken** hat Dr. R. Spitaler am 27-zölligen Refraktor der Wiener Sternwarte ausgeführt[1]). Um den sehr schwierigen Schätzungen der Nebelhelligkeit eine festere Grundlage zu geben, hat er diese mit der Helligkeit von Sternen verglichen. Er fand, dass sein „äusserst schwach" etwa der Sterngrösse 15 bis 15 $^1/_2$ entspricht, „sehr schwach" = 14. Grösse, „schwach" = 13. Grösse, „mässig schwach" = 12. Grösse, „mässig hell" = 11. Grösse, „ziemlich hell" = 10. Grösse, „hell" = 9. Grösse und „sehr hell" = 8. Grösse. Die Beobachtungen geschahen in den Jahren 1891 und 1892, die Nummern der Nebel beziehen sich auf den neuen Generalkatalog von Dreyer. Bei Gelegenheit dieser Beobachtungen wurden von Dr. Spitaler 62 neue Nebel aufgefunden.

**Untersuchungen über die Parallaxe eines Nebelfleckes** hat Dr. J. Wilsing angestellt[2]), und zwar an dem von Webb entdeckten

---

[1]) Astron. Nachr. **13.** Nr. 3167. [2]) Astron. Nachr. Nr. 3190.

planetarischen Nebel im Schwane (Rektasz. $21^h\ 3^m$ D + $41^0\ 48'$). Vom Juni 1892 bis Juli 1893 wurden 34 photographische Platten mit je 3 Aufnahmen von 8 Minuten Dauer angefertigt. Auf denselben zeigt sich der Nebel als ein mehrere Sekunden grosses, ziemlich verwaschenes Scheibchen mit etwas exzentrisch liegender Verdichtung. Die Lage desselben wurde mit derjenigen von zwei Sternen 11. Grösse verglichen, und die Messungen ergaben mit grosser Übereinstimmung, dass der Ort des Nebels gegen diese Sterne keine einer Parallaxe entsprechende jährliche Verschiebung zeigt. Sonach muss man annehmen, dass dieser Nebel mindestens so weit von uns entfernt ist, als die beiden Vergleichssterne 11. Grösse.

**Photographie des Nebels um $\eta$ Argus.** David Gill hat auf der Kapsternwarte mit einem Astrophototeleskope von 13 Zoll Öffnung bei 12.2-stündiger Exposition an den 4 Abenden des 26. bis 30. März 1892 eine Photographie des Argusnebels erhalten, die bewundernswürdig ist. Dieser Nebel, der, am südlichen Himmel stehend, bei uns nicht sichtbar ist, bedeckt mehr als 0.5 Quadratgrade und ist von Sir John Herschel bei dessen Aufenthalte zu Feldhausen am Kap der guten Hoffnung in den Jahren 1834—1837 genau aufgenommen und gezeichnet worden. Nach dieser Zeichnung besteht der Nebel aus 2 Hauptteilen, die durch eine schwache, schmale Nebelbrücke miteinander verbunden sind. Im nördlichen Teile, von dichtem Nebel umgeben, befindet sich der veränderliche Stern $\eta$ Argus. John Herschel hielt den Nebel für auflösbar. Die Herschel'sche Zeichnung desselben ist in viele Werke übergegangen und erscheint höchst merkwürdig wegen der phantastischen Formen der einzelnen Teile des Nebels. Vergleicht man sie mit der Gill'schen Photographie, so erkennt man aber, dass nur eine allgemeine Ähnlichkeit vorhanden ist und aus Herschel's Zeichnung durchaus nichts über etwaige Veränderungen in der Gestalt der einzelnen Nebelzweige geschlossen werden kann. Ja, man muss bedauern, dass der berühmte Astronom so grosse Mühe an diese offenbar wertlose Zeichnung verschwendet hat. Erst die Photographie ermöglicht eine genaue Darstellung der speziellen Gestalt und Ausdehnung dieses und anderer komplizierten Nebel.

# Geophysik.

## 1. Allgemeine Eigenschaften der Erde.

**Eine neue Bestimmung der Masse und Dichte der Erde** hat Alphonse Berget nach folgender Methode ausgeführt: In dem See Habaz la Oeuve wurde durch Ableitung und Zufuhr das Niveau der Wassermasse um 1 *m* geändert und die Anziehung derselben auf ein Gravimeter, wie es von Boussingault und von Mascart zur Messung der täglichen Schwankungen der Schwere benutzt worden, in beiden Fällen gemessen. Der See hat eine Ausdehnung von 79 Acres und konnte in wenig Stunden bis zu dem gewünschten Niveau abgelassen, bezw. gefüllt werden. Die Änderungen der Quecksilbersäule in dem Gravimeter wurden mittels der Fizeau'schen Interferenzfransen gemessen, welche zwischen der Quecksilberoberfläche und einer ebenen, polierten Glasplatte am Boden einer Beobachtungsröhre im Vakuum entstehen. Zwei Reihen von Ablesungen wurden vorgenommen, die eine, als das Niveau des Sees um 50 *cm* und um 1 *m* erniedrigt war, die andere beim Erhöhen desselben um die entsprechenden Werte. Die Verschiebung der Quecksilbersäule für eine Niveauänderung um 1 *m* betrug $1.26 \times 10^{-6}$ *cm*. Hieraus ergiebt sich der Wert der Gravitationskonstante, d. h. die Anziehung in Dyn, welche von einer Masse von 1 *g* auf eine andere in 1 *cm* Entfernung in Luft ausgeübt wird, $= 6.80 \times 10^{-8}$; die Masse der Erde $5.85 \times 10^{27}$ *g* und ihre Dichte $= 5.41$, was gut übereinstimmt mit den bisher erhaltenen Resultaten[1]).

**Die Messung des Paralleles von 47° 30′ in Russland.** Vénukoff macht über diese Messung Mitteilungen[2]). Sie erstreckt sich vom Meridiane Kischinews bis zu demjenigen von Astrachan in einer Längendifferenz von 19° 11′ 55.11″. Die Messung ergab ähnliche Anomalien, wie diejenigen des Parallels von 52°, so dass es scheint, als wenn die weiten ostrussischen Ebenen in grosser Ausdehnung nach dem gleichen geometrischen Gesetze gekrümmt sind. Diese Messungen führen auf eine Abplattung von $\frac{1}{299.65}$,

---

[1]) Compt. rend. **116.** p. 1501.
[2]) Compt rend. **116.** p 719.

welche der von Bessel erhaltenen (zufällig) sehr nahe kommt, aber von der Clarke'schen aus dem französisch-englischen Meridianbogen sehr abweicht.

**Die europäische Längengradmessung in 52° Br. von Greenwich bis Warschau.** Prof. Helmert, Direktor des Zentralbureaus der internationalen Erdmessung, veröffentlicht eine grosse, lange erwartete Arbeit, und zwar zunächst über die Hauptdreiecke und Grundlinienanschlüsse von England bis Polen [1]). Die europäische Längengradmessung unter 52° Breite erstreckt sich bekanntlich von Feaghmain bei Valentia in Irland bis Orsk am Ural über einen Bogen von 69 Längengraden. Der russische Teil der Messungen ist bereits in den Bänden 46 und 47 der „Sapiski" der kriegstopographischen Abteilung des grossen Generalstabes unter Redaktion des Generals Stebnitzki veröffentlicht. Die obige Veröffentlichung bringt nun die Resultate der Messungen der westlichen Hälfte des Bogens unter Vorausschickung einer geschichtlichen Darstellung. Die Dreieckgruppen von Irland bis Polen setzen sich zusammen aus folgenden Partialnetzen: das englische Kanalnetz, das französische Kanalnetz, das englisch-französisch-belgische Verbindungsnetz, das belgische Hauptdreiecknetz zwischen Nieuport und Lommel, das belgisch-deutsche Verbindungsnetz, die rheinisch-hessische Netzgruppe, die thüringisch-sächsische Netzgruppe, die märkisch-schlesische Netzgruppe, die schlesische Netzgruppe, der preussisch-russische Anschluss bei Tarnowitz. Die vorliegende Arbeit enthält die geodätische Grundlage, die gesamten Resultate wird erst das folgende Heft in extenso geben.

**Neue Bestimmungen von Lotabweichungen.** Prof. Helmert giebt [2]) einen Bericht über eine Anzahl neu ermittelter Lotabweichungen. Ausser bemerkenswerten Angaben für einzelne Orte und den interessanten Mitteilungen der Florentiner Verhandlungen über die Ablenkungen des Lotes im Meridiane von Neuchâtel, sowie in der Krim verdienen besondere Beachtung folgende 3 Arbeiten:

1. Die Ergebnisse der Längengradmessungen in 52° Breite im Anschlusse an die Publikation von Bd. 47 der „Sapiski der kriegstopographischen Abteilung des russischen Generalstabes" durch General Stebnitzki, 1891.

2. Die Ergebnisse der Breitengradmessungen in Vorderindien nach Bd. 11 des „Account of the operations of the great trigonometrical survey of India" durch Lieutenant-Colonel G. Strahan, 1890.

3. Die Reihe der Lotabweichungen von München bis Mantua

---

[1]) Die europäische Längengradmessung in 52° Br. von Greenwich bis Warschau. 1. Hauptdreiecke und Grundlinienanschlüsse von England bis Polen. Berlin 1893.

[2]) Bericht über die Lotabweichungen 1892. Vom Direktor des Zentralbureaus Neuchâtel 1893 Verhandlungen der 10. in Brüssel 1892 abgehaltenen allgemeinen Konferenz der internationalen Erdmessung.

mit Überschreitung der Alpen nach den „Mitteilungen des k. und k. militärgeographischen Instituts in Wien“, Bd. 11, 1891, durch Oberstlieutenant v. Sterneck.

Auf diese letzteren Arbeiten geht Prof. Helmert mit folgenden Worten näher ein:

„Tabelle I zeigt die Lotabweichungen für die Längengradmessung, teils nach den russischen Sapiski, teils nach meinem Berichte von 1887 aus den Nizzaer Verhandlungen, sowie nach Rechnungen des Zentralbureaus für die Strecke Breslau-Czenstochau, welche die in den genannten beiden Mitteilungen behandelten Gebiete voneinander trennt.

I. Lotabweichungen in Länge für die Längengradmessung in 52° Breite.

| | Beob. Länge von Greenwich | Clarke | Bessel | |
|---|---|---|---|---|
| | ° ′ ″ | ″ | ″ | |
| Feaghmain | — 10 20 51 | — 14.0 | + 0.5 | |
| Haverfordwest | — 4 57 49 | — 8.9 | + 2.6 | |
| Brest | — 4 29 22 | — 9.9 | + 1.2 | |
| Greenwich | 0 0 0 | — 4 5 | + 3.7 | |
| Paris | + 2 20 51 | — 5.0 | + 1.4 | |
| Dünkirchen | + 2 22 34 | — 10.3 | — 3.6 | |
| Nieuport | + 2 45 26 | — 9.4 | — 3.0 | |
| Bonn | + 7 5 51 | — 10.7 | — 6.9 | |
| Göttingen | + 9 56 35 | — 7.7 | — 5.6 | |
| Kiel | + 10 8 56 | — 3.8 | — 1.7 | |
| Brocken | + 10 37 8 | + 0.5 | + 2.2 | |
| Gotha | + 10 42 39 | — 3.6 | — 1.9 | |
| Leipzig | + 12 23 31 | + 1.2 | + 1.8 | |
| Rauenberg | + 13 22 8 | + 0.0 | 0.0 | Angenommener Nullpunkt |
| Breslau | + 17 2 13 | + 4.1 | + 1.8 | |
| Trockenberg | + 18 52 38 | — 0.7 | — 4.2 | |
| Czenstochau | + 19 7 54 | + 3.6 | 0.0 | |
| Königsberg | + 20 29 46 | — 1.9 | — 6.4 | |
| Warschau | + 21 1 52 | + 3.5 | — 1.3 | |
| Grodno | + 23 49 45 | — 3.2 | — 9.8 | |
| Bobruisk | + 29 13 32 | + 4.9 | — 5.0 | |
| Orel | + 36 3 56 | + 13.8 | — 0 5 | |
| Lipetsk | + 39 36 14 | + 7.9 | — 8.6 | |
| Saratow | + 46 2 39 | + 20.3 | — 0.2 | |
| Samara | + 50 5 1 | + 7.0 | — 16.0 | |
| Orenburg | + 55 6 37 | + 15.8 | — 10.4 | |
| Orsk | + 58 33 26 | — 19.7 | — 48.0 | |

Die auf Bessel's Ellipsoid bezogenen Lotabweichungen sind für die aus den Sapiski entlehnten Angaben nach Clarke reduziert.

Vergleicht man die beiden Reihen von Lotabweichungen, so ist augenfällig, dass sich die Krümmung des Parallels auf den 56 Graden von Feaghmain bis Saratow dem Bessel'schen Ellipsoide weit besser anschmiegt, als dem Clarke'schen Ellipsoide. Nur am östlichsten Ende bei Orsk wird für Bessel's Ellipsoid die Abweichung sehr gross.

Eine graphische Darstellung zeigt dies alles noch besser und überdies auch, dass am besten ein Krümmungsradius des Parallels entspricht, der um ca. 300 *km* grösser als derjenige nach Bessel und um 800 *km* kleiner als derjenige nach Clarke ist.

Diese Thatsache, dass der Parallelbogen in 52° Breite vom Meeresstrande ab bei seinem Eindringen in den europäischen Kontinent auf 56 Längengrade eine stärkere Krümmung besitzt als das Clarke'sche Ellipsoid von 1880, das bis jetzt den anderen grossen Gradmessungen am besten genügte, deutet auf einen bemerkbaren Einfluss der europäischen Kontinentalmasse auf die Figur des Geoids hin.

Dieselbe würde demnach durch Defekte in der Erdkruste nur zum Teile kompensiert sein."

Zu demselben Schlusse war Prof. Helmert schon 1890 in Freiburg auf Grund der rechnerischen Verbindung der russisch-skandinavischen mit der französisch-englischen Gradmessung durch die Herren Börsch gelangt.

Die merkwürdig grosse Abweichung des Lotes, welche auf der Strecke Orenburg-Orsk eintritt, fordert zu erneuten und erweiterten Operationen in jenen Gegenden umsomehr auf, als die geodätischen Messungen im östlichsten Teile des Parallelbogens zufolge der bei den Basisanschlüssen hervortretenden grossen Differenzen eine grössere Unsicherheit zu besitzen scheinen. In erster Linie würde Prof. Helmert eine Wiederholung der Basismessung von Orsk empfehlen und, falls diese Basis nicht mehr vorhanden ist, die Wiederholung des ganzen Bogens Orenburg-Orsk.

II. Lotabweichungen in Breite in Indien.

| Charakter | Anzahl | Mittel-Breite | Everest | Clarke | Bemerkungen |
|---|---|---|---|---|---|
| | | ° ′ | ″ | ″ | |
| Positive Gruppe | 15 | 9 39 | + 2.4 | + 1.9 | Die Stationen liegen hauptsächl. auf den verschiedenen grossen Meridianbögen im Inneren von Vorderindien. |
| ± | 12 | 14 10 | + 0.4 | — 0.2 | |
| Negative Gruppe | 15 | 16 22 | — 3.4 | — 3.9 | |
| do. | 14 | 19 41 | — 5.8 | — 6.2 | |
| + | 13 | 23 26 | + 1.2 | + 1.1 | |
| Kaliānpur | 1 | 24 7 | 0 | 0 | Angenommener Nullpunkt. |
| ± | 21 | 26 0 | + 0.3 | + 0.6 | |
| ± | 7 | 30 15 | — 1.1 | — 0.2 | H = 250 *m*, noch entfernt vom Himalaya. |
| Negative Gruppe | 2 | 28 11 | — 8.3 | — 7.7 | H = 160 *m*, etwas näher. |
| do. | 3 | 29 23 | — 8.7 | — 7.9 | H = 250 *m*, do. |
| do. | 4 | 30 24 | — 33.9 | — 23.0 | H = 1500 *m*, im Mittel. Gruppe nahezu gleich. Lotabw. am Abhange des Gebirges bei Dehra. |
| ± | 3 | 33 56 | — 0.7 | + 1.0 | H = 2500 *m*. Gruppe sehr verschiedener Lotabw. im Gebirge bei Kashmir. |

Tabelle II zeigt die Lotabweichungen in Breite für Indien nach dem oben erwähnten Bd. 11, p. 1055—56 und 5—32. Die Lotabweichungen für die in den Jahren 1805—1885 zum Teile mehrmals astronomisch bestimmten 110 Orte sind in Tabelle II der Übersicht wegen zu Gruppen vereinigt worden. Als Referenzellipsoid wurde dasjenige von Everest benutzt, welches demjenigen von Bessel ziemlich nahekommt. Ausserdem hat Prof. Helmert die Abweichungen noch für Clarke's Ellipsoid von 1880 abgeleitet:

„Hiernach entsprechen die Ellipsoide von Clarke und Everest (und also auch das von Bessel) nahezu gleich gut.

Die Lotabweichungen am Gebirgsfusse sind, wie nach dem Ergebnisse der Pendelmessungen zu erwarten war, geringer, als man nach der ungeheuren Massenhaftigkeit der Gebirge Zentralasiens erwarten müsste. Bemerkenswert ist die Gleichmässigkeit der Abweichungen in breiten Zonen."

Für den Alpenübergang München-Brenner-Mantua giebt Oberstlieutenant v. Sterneck gegen München als Ausgangspunkt die Lotabweichungen für 9 Orte auf der Nordseite und für 18 Orte auf der Südseite der Alpen. Die Annahme, dass die Lotabweichung in München Null sei, entspricht sehr gut Prof. Helmert's Untersuchung von 1887. Die maximale Erhebung des Geoids über das durch diese Annahme hinlänglich definierte Ellipsoid beträgt nach v. Sterneck von München bis in die mittlere Alpenregion gegen 5 *m*. Im ersten Bande seiner höheren Geodäsie, p. 573, fand Prof. Helmert 1880 aus einem weniger umfangreichen Materiale 6 *m*, in guter Übereinstimmung.

„Berechnet man," sagt er, „aus den sichtbaren Massen der Alpen unter der zulässigen Annahme, dass sie durch ein sehr langes, gleichschenkeliges Prisma von 2000 *m* Höhe und 200 *km* Breite mit der Dichtigkeit 2.5 dargestellt werden, so findet man die maximale Erhebung von München oder Mantua aus gleich 13 *m*. Hiernach muss reichlich die Hälfte der sichtbaren Alpenmassen durch unterirdische Defekte kompensiert sein, was mit dem Ergebnisse der Schweremessungen des Oberstlieutenants v. Sterneck auf der in Rede stehenden Linie übereinstimmt."

**Lotabweichungen in der Westschweiz.** Nach Abschluss des Dreiecknetzes für die Gradmessung in der Schweiz liess die schweizerische geodätische Kommission auf einer Anzahl von Dreieckspunkten Polhöhen und Azimute messen, um zu untersuchen, welche Abweichungen die Richtung der Lotlinie im Gebirge erfährt. Dr. Messerschmitt macht über die bis jetzt gewonnenen Ergebnisse dieser Untersuchungen Mitteilungen[1]). Die Stationen zeigen in der That in den Lotabweichungen eine starke Anziehung des Jura und der Alpen. „Man erkennt ferner das Vorherrschen der Anziehung des Alpenmassives über die des Jura, wie es auch angesichts der

[1]) Astron Nachr. Nr. 3187.

grösseren Massen sein muss. Ausserdem wird das Terrain allmählich gegen die Alpen hin höher, ebenso nehmen die Lotablenkungen in grösseren Zwischenräumen langsam in der gleichen Richtung zu. Nach dem Jura zu hingegen, der ja auch ziemlich steil und ohne bemerkenswerte vorliegende Erhöhungen sich aus der Ebene erhebt, wachsen sie rasch in kurzen Abständen an. Es zeigt sich dies sehr gut, wenn man die Lotabweichungen in Breite (oder auch die gestörten Zenithe) längs dem Meridiane von Neuenburg verfolgt, auf welchem die 5 Punkte Chaumont, Neuenburg, Portalban, Middes und Naye liegen. In der Breite von etwa 46° 54′ ist sie Null. Zwischen Middes, südlich davon, wo die Anziehung der Alpen (+ 5″) noch bemerkbar ist, und dem um 15 *km* nördlich gelegenen Portalban nimmt sie auf —1″ ab, so dass hier, am südlichen Ufer des Neuenburger Sees, schon der Einfluss des Jura erscheint. Bei dem um 18 *km* weiter nördlich gelegenen Neuenburg erreicht sie — 12″ und noch um 4 *km* nördlicher auf Chaumont — 14″, um dann weiter nach Norden zu wieder langsam abzunehmen. Die Zunahme der Lotablenkung von Neuenburg nach Chaumont bietet nichts Auffälliges, da die letztere Station auf der ersten Jurakette, und zwar nicht ganz auf dem Gipfel des Berges, sondern um 150 *m* tiefer liegt. Ganz naturgemäss müssen die Lotstörungen auf der Südseite des Chaumont, welcher sich ziemlich steil aus der Ebene erhebt, bis zu einer gewissen Höhe des Berges noch rasch zunehmen, da einerseits die Entfernungen von den Alpen grösser, also deren Wirkung kleiner, andererseits aber ganz besonders auch die Annäherung an die störende Juramasse immer grösser, also deren Anziehung stärker wird. Auf dem Gipfel des Chaumont würde sie wohl bereits etwas schwächer gefunden werden. Auf der zweiten Jurakette, auf Chasseral und der Tête de Rang beträgt sie dann noch — 7″, welcher Betrag nicht zu verwundern ist, wenn man die weite, hochplateauartige Ausdehnung des Jura nach Norden und Westen hin in Betracht zieht. Auch sonst verlaufen die Lotabweichungen gemäss der Bodengestalt, wie es sich besonders deutlich bei Verfolgung der Lotablenkungen in Breite ergiebt.

Man kann das Resultat dieser Untersuchungen dahin zusammenfassen (und die weiteren bisher angestellten Beobachtungen bestätigen dies), dass der Verlauf der Lotabweichungen in dem untersuchten Gebiete der Schweiz zwischen dem Jura und den Alpen in guter Übereinstimmung mit der daselbst vorhandenen Massenverteilung ist.“

**Neue Untersuchungen über die Schwereverhältnisse in Norddeutschland und Österreich - Ungarn.** Oberstlieutenant v. Sterneck hat die Resultate dreier grösserer Arbeiten aus dem Jahre 1892, relative Schwerebestimmungen betreffend, veröffentlicht[1]).

---

[1]) Mitteil d. k. k. militär-geogr. Instituts 1892. **12.** Wien 1893. Der Bericht oben im Texte nach dem ausführlichen Referate in den Mitteil. d. k. k. geogr. Gesellsch. in Wien 1893. Heft 7. p. 451 u ff

Diese Arbeiten sind folgende:

1. Ausführung relativer Schwerebestimmungen in Berlin, Potsdam und Hamburg im Juli 1892.

2. wurden die Schwereverhältnisse längs der Nivellementslinie Wien-Graz erforscht. Die Operation erstreckte sich über zwei Linien, welche sich im Wiener Tertiärbecken nahezu unter einem rechten Winkel schneiden und wesentlich verschiedene Terrains und geologische Gebiete durchziehen. Die längere derselben, welche im allgemeinen von Süd nach Nord verläuft, beginnt mit Station Gralla (westlich von der astronomischen Station Hochstradenkogel in Steiermark), folgt dem Mur- und Mürzthale, überschreitet den Semmering, durchschneidet das Wiener Tertiärbecken und endigt nördlich von Wien mit der astronomischen Station Hermannskogel. Diese Linie ist 240 *km* lang und enthält 28 Stationen, dieselben sind im Durchschnitte ca. 9 *km* von einander entfernt. Die zweite Linie beginnt unmittelbar am Neusiedlersee mit der Station Purbach, überschreitet das Leithagebirge, durchquert das Wiener Becken in nordwestlicher Richtung und endigt mit der auf dem höchsten Gipfel des Wiener Waldes gelegenen astronomischen Station Schöpfl. Diese Linie ist etwa 70 *km* lang und enthält 8 Stationen, die also auch ca. 9 *km* von einander entfernt sind.

Der theoretisch von den Veränderungen der Schwerkraft herrührende Einfluss auf das Resultat eines von Graz nach Wien über den Semmering geführten Nivellements betrug 75 *mm*, auf den sphäroidischen Anteil entfielen 54 *mm*, mithin ist der Einfluss der Schwerestörungen auf das Nivellement 21 *mm*, demnach sehr unbedeutend, aber ebenso gross wie er bei dem Übergange über die Alpen gefunden wurde. Selbstverständlich ist derselbe aus mehreren Gründen nicht auf einzelne Millimeter genau.

Die Lotablenkungen sind sowohl der Grösse als dem Vorzeichen nach sehr verschieden. Es scheinen in dem engen, vielfach gewundenen Thale, längs welchem die Strecke verläuft, die lokalen Einflüsse der nächstgelegenen Massen vorzuherrschen. Nur auf dem südlichen, besonders aber auf dem nördlichen Abhange des Semmering zeigt sich eine Regelmässigkeit, welche auf eine vom Gebirge ausgeübte Attraktion hinweist.

Aus den Lotabweichungen kann man den Abstand des Geoides vom Sphäroide nach einer einfachen Formel bestimmen. Es ergab sich, dass sich beim Vorschreiten von Süd nach Nord das Geoid unter das Ellipsoid senkt, von Wildon bis Frohnleiten wächst der Abstand beider Flächen bis zu einem Meter an, verringert sich bis zum Semmering auf die Hälfte und nimmt dann wieder stetig zu, so dass er in der Nähe von Wien anderthalb Meter beträgt. Im allgemeinen kann konstatiert werden, dass das Geoid in der Gebirgsgegend gegenüber der mehr ebenen Gegend im Wiener Becken eine Erhebung zeigt, ein Resultat, welches mit dem früher für die Alpen und anderwärts gefundenen übereinstimmt.

Die beobachtete Schwere wird von der Attraktion der umgebenden Massen beeinflusst, die Resultate wurden in dieser Hinsicht korrigiert, und es fand sich, dass die Schwere im Süden bis Graz zu gross, dann bis Spital, also nahezu bis zum Semmering, wieder zu klein und endlich wieder zu gross ist. Auf der Linie Neusiedlersee—Schöpfl ist sie durchweg zu gross.

Aus der Abweichung der Schwerkraft von ihrem normalen Werte lässt sich die Grösse der Massenunregelmässigkeiten bestimmen.

Werden die Gegenden mit Massendefekten als zu den ursprünglichen Formen, jene mit Massenanhäufungen als zu den Senkungsgebieten gehörend betrachtet, so findet sich südlich von Graz ein Senkungsgebiet. Dasselbe dürfte im Süden durch das Bachergebirge einen Abschluss finden, und es scheint sich gegen Osten nicht nur nach Ungarn fortzusetzen, sondern auch zu erweitern.

Nördlich von Graz geht man bei den Stationen Graz und Gratwein aus dem Senkungsgebiete mit Anhäufungen in ursprüngliche Formen mit Massendefekt über. Dieser Defekt reicht bis zu den Stationen Spital und Semmering und erreicht im Südabhange des Semmering sein Ende. Der Defekt unter dieser Strecke ist verhältnismässig gering und entspricht einem Hohlraume von nur 200 bis 300 *m* Mächtigkeit. Man kann vielleicht annehmen, dass dieser Defekt der östliche Ausläufer jenes grossen Defektes ist, der früher unter den Alpen konstatiert wurde.

Vom Semmering bis Wien befinden wir uns wieder über einem Senkungsgebiete, zu welchem sowohl das Steinfeld als auch das eigentliche Wiener tertiäre Becken zu rechnen sind. Besonders in der Gegend von Baden bei Traiskirchen und Biedermannsdorf erreicht die Massenanhäufung eine grosse Mächtigkeit (gleich einer Steinplatte von 490 *m*, resp. 750 *m* Mächtigkeit). Hier wird diese Linie von der Strecke Neusiedlersee — Schöpfl durchquert, und es zeigt sich deutlich, dass die Massenanhäufung nach Ungarn hin an Mächtigkeit zunimmt. In der östlichsten Station am Ufer des Neusiedlersees erreicht sie die grösste bisher gefundene Mächtigkeit; dieselbe würde der Masse einer Steinplatte von mehr als 1000 *m* Dicke gleichkommen.

Jedenfalls gehören auch die Gebirge des Wiener Waldes (Kreideformation) einem Senkungsgebiete an, doch scheint hierbei die Höhe der Gebirge nur von untergeordnetem Einflusse zu sein.

3. Relative Schwerebestimmungen längs der Nivellementlinie von Galizien über die Karpathen und in der nordungarischen Tiefebene wurden im August und September 1892 vorgenommen. Diese Arbeit umfasste 2 Teile: zunächst eine Linie, welche, von Lemberg ausgehend, sich in der galizischen Ebene gegen Süden über Stryj hinzieht, dann längs des Oporflusses die Nordseite der Karpathen ersteigt, auf der Südseite derselben bei Munkacs in die nordungarische Ebene gelangt und sich hier bis Nyiregyháza erstreckt. Diese Linie

ist 300 *km* lang, umfasst 27 Stationen und wurde in der Zeit vom 9. bis 27. August beobachtet.

Die zweite viel längere Linie (540 *km*, 37 Stationen) durchquert die nordungarische Tiefebene von NW gegen SO. Sie beginnt in dem ungarischen Erzgebirge bei der hohen Tatra mit der Station Dobschau und erreicht die Ebene bei Tokaj, zieht sich dann über Nyiregháza, Debreczin nach Grosswardein, überschreitet die nördlichen Ausläufer des Bihargebirges bei Bánffy-Hunyad, erreicht bei Klausenburg das siebenbürgische Hochland, Mezöség genannt, welches sie durchsetzt, und findet bei Maros-Vásárhely, nahe dem östlichen Randgebirge, ihr Ende. Zur Beobachtung derselben wurden 23 Tage (28. August bis 19. September incl.) benötigt.

Durch diese Linien sind wesentlich verschiedene Gegenden bezüglich der Schwere durchforscht worden. Die dadurch erhaltenen Aufschlüsse sind von um so grösserem Werte, als der Umfang unseres Wissens über das Verhalten der Schwerkraft auf der Erdoberfläche noch sehr gering ist.

Der Einfluss, den die Veränderung der Schwerkraft längs der Strecke Lemberg—Grosswardein auf das Ergebnis des Nivellements bewirkte, beträgt theoretisch 15 *mm*, der sphäroidische Anteil an diesem Betrage ist 54 *mm*, der Einfluss der Schwerestörungen auf das Nivellementsergebnis beträgt mithin — 39 *mm*; der Gesamteinfluss der Schwere ist mithin kleiner als der sphäroidische Anteil; die Schwerestörungen wirken also in einem dem letzteren Anteile entgegengesetzten Sinne.

Den Karpathen fällt hierbei nur ein sehr geringer Einfluss zu, wesentlich kommt aber die Ebene in betracht, und es ist bemerkenswert, dass die Korrektion, welche das Nivellement von Grosswardein nach Lemberg wegen der Schwerestörungen erhalten musste, mehr als doppelt so gross ist als die Korrektion beim Nivellement über die Alpen (18 *mm*).

Wie bei den Alpen zeigten auch hier die Lotablenkungen, dass die attrahierende Wirkung der sichtbaren Gebirgsmasse nicht weit reicht. Der Einfluss der Karpathen zeigt sich im Norden erst bei Station 8 (Lubieńce), erreicht bei Nr. 13 (Slawsko) sein Maximum und behält sein Vorzeichen noch am ganzen Südabhange der Karpathen bis Nr. 17 (Vócsi). Erst hier tritt Zeichenwechsel ein.

Doch scheinen die nun folgenden negativen Werte gar nicht oder doch nur zum Teile von der attrahierenden Wirkung der Karpathen, sondern von einer regionalen Lotstörung herzurühren, welche sich weit gegen Süden erstreckt.

Sehr auffallend erscheint der Verlauf des Geoides. Gleich hinter Lemberg senkt sich das Geoid unter das Sphäroid und bleibt auf der ganzen Strecke unter diesem. Bei Lubieńce beträgt der Abstand beider Flächen bereits 2 *m*; nun beginnt die Masse des Gebirges zu wirken, die Geoidfläche hebt sich, ihr Abstand von dem Sphäroide verkleinert sich, bei Vócsi erreicht das Geoid seine

grösste Höhe, es erreicht nahezu das Sphäroid (73 *mm* Abstand); von hier gegen Süden senkt sich das Geoid wieder kontinuierlich, bei Grosswardein ist es bereits 3.5 *m* unter dem Sphäroide. Die Senkung des Geoides erreicht hier also nahezu denselben Betrag wie die Erhebung des Geoides über das Sphäroid in den Alpen. Wir haben es hier augenscheinlich mit einem sehr ausgedehnten Störungsfelde zu thun, und es erscheinen die durch die Gebirge bewirkten Störungen im allgemeinen gering im Vergleiche zu den grossen regionalen Störungen.

Es ergiebt sich ferner, dass unter der galizischen Ebene ein Massendefekt von etwa 400 *m* sich befindet, welcher unter dem nördlichen Abfalle der Karpathen bis auf nahezu 600 *m* ansteigt und zwischen den Stationen Sławsko und Lawoczne plötzlich verschwindet. Lawoczne zeigt schon Massenanhäufung. Es beginnt das grosse Senkungsgebiet, dem nicht nur der grösste Teil von Ungarn, sondern auch der Kamm und Südabhang der Karpathen anzugehören scheint. Am Südfusse der Karpathen bei Szolyva am Latorcaflusse erreicht die Massenanhäufung ihre grösste Mächtigkeit, etwa 600 *m*, behält dieselbe ohne wesentliche Änderungen in der nordungarischen Tiefebene von Munkacs über Strabicsó und Bátyú bis Tuzsér und verringert sich gegen Nyiregyháza auf die Hälfte, etwa auf 200—300 *m*.

Die Theiss umfliesst die Gegend in weitem Bogen, auf welchem sich die Stationen Bátyú bis Nyiregyháza befinden. Dieselben liegen gewissermassen auf einer Halbinsel. Es scheint der Lauf der Theiss und wahrscheinlich auch jener der anderen Flüsse in einem Zusammenhange mit der Grösse der Schwere, bezw. mit der Mächtigkeit der Massenanhäufungen zu stehen. Die Stationen, welche in den Niederungen der Theiss und des Körösflusses liegen, weisen eine grössere Schwere auf als die Stationen auf dem dazwischen liegenden Terrain.

Auf der Strecke Dobschau—Maros-Vásárhely zeigt sich zunächst bei Dobschau eine kleine Massenanhäufung, welche wahrscheinlich etwas nördlich von Dobschau ihr Ende erreichen und unter dem ungarischen Erzgebirge und der hohen Tatra in einen Massendefekt übergehen wird, da diese Gebirge primären Formen angehören.

Gegen Süden finden wir bei Tornalja, Bánréve, Vadna eine grosse Massenanhäufung von etwa 600 *m* Mächtigkeit. Es ist dies die Gegend von Tornalja im Sajothale mit den interessanten, höhlenreichen Kalkplateaus.

Auf der Wasserscheide zwischen dem Körös- und Szamosflusse treffen wir einen Massendefekt angedeutet. Wir befinden uns hier auf einem nördlichen Ausläufer des Bihargebirges, welches vorzüglich primären Formationen angehört, unter welchen stets Massendefekte vorhanden sind.

Unter dem siebenbürgischen Hochlande, dem sogenannten Meszöség, zeigt sich trotz der hohen Lage dieser Gegend eine Massen-

anhäufung. Allem Anscheine nach findet dieselbe östlich von Maros-Vásárhely in dem Görgény- und Csikgebirge ihr Ende, indem die Mächtigkeit der Anhäufungen gegen Osten abnimmt. In diesem Falle wäre die konstatierte Massenanhäufung durch Massendefekte unter dem Bihar- und Csikgebirge begrenzt. Da sämtliche Randgebirge Siebenbürgens der primären Formation angehören, so kann man schliessen, dass hier eine Massenanhäufung von Massendefekten eingeschlossen wird.

Die galizische und bayerische Ebene einerseits, das Tertiärbecken von Wien und das siebenbürgische Hochland andererseits sind nahezu gleich hoch gelegen, und doch sind unter den zwei ersteren, welche der primären Formation zugezählt werden können, Massendefekte, unter den letzteren hingegen Massenanhäufungen vorhanden. Ganz analoge Verhältnisse zeigen auch die Schwerebestimmungen in Böhmen.

Innerhalb der Senkungsgebiete sind es die tiefsten Stellen, wo die grösste Schwere angetroffen wird, z. B. der Neusiedlersee und die oben erwähnten Flussniederungen.

Hingegen scheint die Verteilung der Massendefekte mit den sichtbaren Massen nicht im Einklange zu stehen, da die Maxima der ersteren nicht mit jenen der Bodenerhebungen übereinstimmen; es scheint vielmehr überall eine gegenseitige Verschiebung vorhanden zu sein, wie dies schon 1891 bezüglich der Alpen konstatiert wurde.

**Schwerebestimmungen im hohen Norden** hat, einer Aufforderung des französischen Marineministeriums folgend, der österreichische Linienschiff-Lieutenant A. Gratzl, als Mitglied der französischen Expedition des Aviso „Manche", im Sommer 1892 ausgeführt. Einen ausführlichen Bericht über diese Untersuchungen gab Oberstlieutenant von Sterneck[1]).

Als Instrument diente ein Sterneck'scher Pendelapparat, und wurden im Laufe von etwa 2 Monaten an 4 Punkten sehr genaue Bestimmungen erhalten.

Die Ergebnisse sind in folgender Tabelle enthalten, wobei zu bemerken ist, dass der theoretische Wert $\gamma_0$ derjenige ist, welcher sich aus den jetzigen Annahmen über die Verteilung der Schwerkraft auf der Erdoberfläche ergiebt nach der Helmert'schen Formel:

$$\gamma_0 = 9.7800\ (1 + 0.005\,310 \sin^2 \varphi)$$

verglichen.

Nachstehende Tabelle ergiebt, dass die aus der Beobachtung hergeleiteten Werte $g_0$ von dem theoretischen Werte nicht unbedeutend abweichen. Solche Abweichungen sind bis jetzt fast überall, wo derartige Beobachtungen angestellt wurden, gefunden worden. In den Alpen ist $g_0 - \gamma_0 = -130$, auf der bayerischen Hochebene

[1]) Mitteil. d. k. k. militär-geogr. Instituts **12.** 1892. Mitteil. d. k. k. Geogr. Gesellsch in Wien 1893. Heft 7. p. 448.

—70, in der galizischen Ebene —50; hingegen in der Poebene +70, in der ungarischen Tiefebene +60.

| Station | $\varphi$ | Höhe H in Metern über dem Meere | Beobachtete Schwere g *m* | Reduktion von g Schwere im Meeresniveau: Wegen der Höhe H (In Einheiten der 5. Dezimale von g) | Wegen des Terrains und d. Stat. (In Einheiten der 5. Dezimale von g) | beobachtet $g_0$ *m* | theoretisch $\gamma_0$ *m* | Differenz $g_0 - \gamma$ | Länge d. Sekundenpendels im Meeresniveau *mm* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Edinburgh . | 55° 57′ 23″ | 104 | 9.81600 | + 32 | — 11 | 9.81621 | 9.81565 | + 56 | 994.590 |
| Jan Mayen . | 70° 59′ 48″ | 11 | 9.82856 | + 3 | — 1 | 9.82858 | 9.82643 | + 215 | 995.844 |
| Spitzbergen | 78° 28′ 27″ | 52 | 9.82878 | + 16 | — 5 | 9.82889 | 9.82986 | — 97 | 995.876 |
| Tromsö . . . | 69° 36′ 0″ | 3 | 9.82581 | + 1 | 0 | 9.82582 | 9.82562 | + 20 | 995.564 |

Als Ursache der negativen Abweichungen nimmt man Massendefekte, als Ursache der positiven Massenanhäufungen an. Die Erklärung der Entstehung dieser Defekte und Anhäufungen wird, wenn einmal genügendes Material vorhanden sein wird, der Geologie zufallen. Vorderhand stellt man sich die Massendefekte als Hohlräume in der Erdkruste vor, für welche man eine blasige Struktur annimmt. Die Massenanhäufungen kann man sich dann durch Senkungen entstanden denken. Je mehr sich eine Gegend eingesenkt hat, desto weniger Hohlräume werden unter derselben vorhanden sein. Infolge dessen werden Erdschichten unter einem Senkungsgebiete eine grössere Dichte besitzen als unter Gegenden, wo Senkungen gar nicht oder nur in geringem Masse stattgefunden haben, z. B. unter den Kontinenten im Gegensatze zu den Meeresgebieten.

Edinburgh und Tromsö können wir demnach als über Senkungsgebieten liegend betrachten, während Spitzbergen ein mehr kontinentaler Charakter beizulegen wäre. Als besonders bedeutende Senkungsgebiete sind die Meere (beziehungsweise der Meeresboden) zu betrachten, daher werden auch die Erdschichten unter dem Meeresboden eine verhältnismässig grosse Dichte haben. Wird nun der Meeresgrund durch vulkanische Kräfte bis über die Meeresoberfläche emporgehoben, so befinden wir uns auf einer derartigen Insel unmittelbar über Schichten von sehr grosser Dichte und finden demgemäss die Schwere auf derselben ganz besonders gross. Dieser Fall findet auf der Insel Jan Mayen statt, deren vulkanischer Charakter bekannt ist. Der auffallend grosse Wert von $g_0 - \gamma_0$ wäre durch obige Hypothese erklärt.

Die unter Jan Mayen befindliche Massenanhäufung würde einer Steinplatte von etwa 2000 *m* Dicke gleichkommen, während diese Platte unter der Poebene etwa 700 *m*, unter der ungarischen Tiefebene 600 *m*, am Neusiedlersee 1000 *m* dick sein müsste, um die Schwerestörungen zu erklären. Der Massendefekt unter Spitzbergen

würde einem Hohlraume von 1000 *m* Mächtigkeit entsprechen, während jener unter den Alpen etwa 1300 *m*, jener unter der galizischen Ebene 500 *m* beträgt.

**Tägliche Schwankungen der Schwere** glaubt Mascart nachgewiesen zu haben[1]). Der von ihm zu den Beobachtungen benutzte Apparat besteht aus einer Barometerröhre, die eine Quecksilbersäule von 4.5 *m* enthält. Die Quecksilbersäule wird durch den Druck einer in einem Seitenreservoire enthaltenen Wasserstoffmenge im Gleichgewichte gehalten. Der ganze Apparat ist im Boden eingegraben mit Ausnahme einer kurzen Quecksilbersäule am oberen Teile. Das Niveau der Flüssigkeit wird an einer seitlichen Teilung abgelesen, deren Bild sich in der Axe der Röhre reproduziert; die Ablesungen können bis auf 0.01 *mm* genau gemacht werden. Die direkten Beobachtungen zu verschiedenen Tagesstunden ergaben nur einen kontinuierlichen Gang, der meist von den unvermeidlichen Änderungen der Temperatur herrührt. Die photographische Registrierung aber führte zu Kurven, welche bei 20-facher Vergrösserung sehr deutlich erkennen lassen, dass in der Regel das Niveau einen ziemlich regelmässigen und sehr langsamen Gang zeigt, der von den Änderungen der Temperatur abhängt, dass jedoch einige Tage plötzliche Unregelmässigkeiten zu sehen sind, deren Dauer von 15 Minuten bis 1 Stunde schwankt, und die nur durch entsprechende Schwankungen der Schwere zu erklären sind. Diese Unregelmässigkeiten können $^1/_{20}$ *mm* erreichen und sogar übertreffen, was einer Änderung um $^1/_{90000}$ pro Tag entspricht, vorausgesetzt, dass sie den ganzen Tag anhalten. Zum Vergleiche führt Mascart an, dass, wenn die Niveaudifferenz zwischen Flut und Ebbe 10 *m* beträgt, diese Flüssigkeitsschicht in dem lokalen Werte der Schwere eine Änderung um $^1/_{500.000}$, d. h. eine fünfmal kleinere als die obige hervorbringen würde.

Ob der Mascart'sche Apparat wirklich für so feine Untersuchungen geeignet ist, möge dahingestellt bleiben.

**Die Verteilung der Schwere an der Oberfläche der Erde** auf Grund der französischen Bestimmungen seit 1884 hat Kommandant Defforges zum Gegenstande einer Abhandlung gemacht, welche der Pariser Akademie vorgelegt wurde[2]). Hiernach sind 8 Bestimmungen der absoluten Intensität mit Brunner'schen Pendeln, 26 relative Bestimmungen und 7 Bestimmungen nach verschiedenen Methoden ausgeführt worden, zusammen 41 Messungen an 35 Stationen. Die folgende Tabelle enthält die Ergebnisse, bezogen auf Paris (Observatorium) und reduziert auf das Meeresniveau.

---

[1]) Compt. rend. **116.** p. 163.
[2]) Ciel et Terre 1893. Nr. 13. p. 309.

| Name der Station | Breite | Höhe | Schwere |
|---|---|---|---|
| Edinburgh (Leeth Forth) . . . | 62° 17′ | 21 m | 9m 81680 |
| Greenwich . . . . . . . . . | 57 20 | 48 | 81263 |
| Leyden . . . . . . . . . . | 57 94 | 2 | 81319 |
| Dünkirchen (Rosendael) . . . | 56 72 | 20 | 81230 |
| Brüssel (Uccle) . . . . . . . | 56 56 | 102 | 81188 |
| Lihons . . . . . . . . . . . | 55 37 | 106 | 81115 |
| Paris . . . . . . . . . . . | 54 26 | 60 | 81012 |
| Lyon (Saint-Genis-Laval) . . . | 50 76 | 286 | 80739 |
| Marseille . . . . . . . . . . | 48 11 | 61 | 80550 |
| Boston . . . . . . . . . . . | 47 43 | 20 | 80574 |
| Corte . . . . . . . . . . . | 47 00 | 605 | 80481 |
| Ajaccio . . . . . . . . . . | 46 57 | 6 | 80454 |
| Algier . . . . . . . . . . . | 40 83 | 213 | 80002 |
| Medeah . . . . . . . . . . | 40 30 | 930 | 79870 |
| Boghar . . . . . . . . . . | 39 91 | 927 | 79792 |
| Laghouat . . . . . . . . . . | 37 55 | 755 | 79549 |
| Rivesaltes . . . . . . . . . | 47 50 | 25 | 80487 |
| Pratz do Mollo . . . . . . . | 47 11 | 40 | 80372 |
| Port-Vendres . . . . . . . . | 47 61 | 25 | 80514 |
| Pic du Midi de Bigorre . . . | 47 70 | 2.877 | 80390 |
| Montlouis . . . . . . . . . . | 47 24 | 1.620 | 80327 |
| Bellegarde . . . . . . . . . | 47 19 | 420 | 80465 |
| Philippeville . . . . . . . . | 41 09 | 20 | 80021 |
| Col des Oliviers . . . . . . | 40 67 | 420 | 79935 |
| Constantine . . . . . . . . . | 40 41 | 655 | 79864 |
| Ouled Rhamoun . . . . . . . | 40 19 | 687 | 79890 |
| Aïn Yagout . . . . . . . . . | 39 76 | 890 | 79787 |
| Batna . . . . . . . . . . . | 39 50 | 1 050 | 79712 |
| El Kantara . . . . . . . . . | 39 13 | 525 | 79686 |
| Biskra . . . . . . . . . . . | 38 72 | 137 | 79698 |
| Nizza (génie) . . . . . . . . | 48 72 | 21 | 80617 |
| Nizza (Observatorium) . . . . | 48 57 | 367 | 80605 |
| Barbonnet . . . . . . . . . | 47 98 | 833 | 80586 |
| Peyracava . . . . . . . . . | 48 48 | 1.420 | 80537 |
| Desierto de las Palmas . . . . | 44 54 | 728 | 80166 |

Defforges hat seine Messungen mit den früheren von Biot, Kater, Albrecht u. a. verglichen, alles auf ein gemeinsames System reduziert und kommt zu folgenden Ergebnissen: Die Schwere ist sehr ungleichförmig an der Erdoberfläche verteilt. Das Clairaut'sche Theorem lässt sich fast überall durch merkliche Anomalien in den beobachteten Werten erkennen. An den Gestaden der einzelnen Meere zeigt die Schwere nur schwache Unregelmässigkeiten, die für die einzelnen Gestade konstant und in diesem Sinne charakteristisch sind. Auf den Inseln wird ein beträchtlicher Überschuss über die normale Schwere gefunden. Auf den Kontinenten findet das Umgekehrte statt, und die Abnahme erscheint proportional der Höhe und dem Abstande vom Meere.

Die Anomalien der Schwere sind positiv auf Spitzbergen, in Schottland und auf Korsika, negativ in Frankreich und Algier.

Die kontinentalen Anomalien wachsen genau mit der Höhe und dem Abstande vom Meere. Diese Abweichungen sind nicht in Anomalien der Erdgestalt, sondern in geologischen Verhältnissen begründet.

**Die Abnahme der Schwere mit der Höhe.** Dr. F. Richarz und Dr. O. Krigar-Menzel haben nach der Methode der Wägungen die Abnahme der Schwere mit der Höhe festgestellt[1]). Das Prinzip der Methode ist a. a. O. wie folgt angegeben. An jede der beiden Schalen einer gewöhnlichen Wage ist vermöge einer Stange von rund 2 *m* Länge eine andere Schale angehängt. Zunächst sei diese „Doppelwage“ frei aufgestellt. Die Beschleunigung durch die Schwere hat am Orte der oberen Wagschalen einen kleineren Wert als am Orte der unteren. In idealer Ausführung der Methode werden 2 Wägungen gemacht; bei der ersten befinden sich die beiden nahezu gleichen Massen auf den Wagschalen links oben, beziehungsweise rechts unten; bei der zweiten Wägung ist die Masse links von oben nach unten, die rechts von unten nach oben gebracht worden. Bei der zweiten Wägung ist also gegenüber der ersten die Masse links schwerer, die Masse rechts leichter geworden, und die Differenz der beiden Äquilibrierungen ergiebt daher die doppelte Abnahme des Gewichtes mit der Höhe.

Ist die „Doppelwage“ nicht frei aufgestellt, sondern befindet sich zwischen ihren oberen und unteren Schalen eine schwere Masse, etwa ein Bleiklotz, so superponieren sich dessen Gravitationswirkung und die Schwere. Am Orte der oberen Wagschalen wirken Schwere und Attraktion des Bleiklotzes in gleicher Richtung, am Orte der unteren Wagschalen in entgegengesetzter. Zwei ideale Wägungen mit denselben Stellungen der zu äquilibrierenden Massen wie oben ergeben daher bei Berücksichtigung der aus den vorhergehenden Versuchen bekannten Abnahme der Schwere mit der Höhe die vierfache Attraktion des Bleiklotzes.

Die Möglichkeit einer Ausführung dieses Planes hing in erster Linie von der Beschaffung der erforderlichen Metallmasse ab. Das Königlich preussische Kriegsministerium erklärte sich in entgegenkommendster Weise bereit, das gewünschte Bleiquantum von etwa 100 000 *kg* aus den Beständen der Geschützgiesserei in Spandau zur unentgeltlichen Benutzung zu überlassen. Es erschien wünschenswert, einen weiten Transport dieser grossen Masse zu vermeiden; nach Rücksprache mit der Königlichen Fortifikation wurde daher eine der erdgedeckten Kasematten in der Zitadelle von Spandau als geeignetes Arbeitslokal ausgewählt und vom Königlichen Kriegsministerium für die Versuche überwiesen.

Auf die Anordnung der Apparate und die Methode der Wägungen kann hier nicht eingegangen werden, es muss genügen, die Resultate mitzuteilen. Vom September 1890 bis Juni 1892 gelang

[1]) Sitzungsber. d. K. Preuss. Akademie zu Berlin 1893. **14.** p. 163.

es, 26 befriedigende Bestimmungen und 33 etwas minderwertige Ergebnisse zu erhalten. Die ersteren ergaben für die doppelte Gewichtsabnahme eines Kilogramms bei einer Höhendifferenz von 2.26 *m* folgenden Wert in Milligrammen. Gewicht: $1.2610 \pm 0.0021$. Das Gesamtmittel aus allen Beobachtungen ist: $1.2592 \pm 0.0020$. Daraus folgt die Differenz der Schwere am Orte der oberen und unteren Wagschale $= 0.0_5 6523 \frac{\text{m}}{\text{sec}^2}$.

Unter der Voraussetzung, dass die Erde eine Kugel ist und in konzentrischen Schichten gleiche Dichte besitzt, erhält man rechnungsmässig jene Differenz zu $0.0_5 697 \frac{\text{m}}{\text{sec}^2}$. Der beobachtete Wert ist also erheblich kleiner als der berechnete. Eine Abweichung in demselben Sinne haben auch bei den früheren Bestimmungen der Abnahme der Schwere mit der Höhe Jolly und Thiesen gefunden. Bei obigen Versuchen war aber auch die Voraussetzung der theoretischen Berechnung, dass man sich ausserhalb der Erde befinde, durchaus nicht erfüllt; die zwischen dem Niveau der oberen und dem der unteren Schalen befindlichen Teile der Gewölbe und der Erdmassen des Bastions müssen durch ihre Gravitationswirkung die Differenz der Schwere zwischen den unteren und oberen Schalen ganz erheblich vermindern. Übrigens kann im allgemeinen jene Abweichung des beobachteten und berechneten Wertes von $g_u - g_o$ auch darin ihre Ursache haben, dass unterhalb des Beobachtungsortes sich Schichten des Erdkörpers von abnorm geringer Dichtigkeit befinden.

**Die Anschauungen über den Zustand des Erdinneren** sind Gegenstand einer historisch-kritischen Studie von Prof. S. Günther gewesen [1]). Er kommt zu dem Ergebnisse, dass, wie gering auch in grösserer Tiefe der Gradient der zunehmenden Wärme angenommen werden möge, doch in einem gewissen Abstande vom Erdmittelpunkte die Hitze eine so grosse sein müsse, dass keiner der uns bekannten irdischen Stoffe dortselbst mehr in anderem als dem überkritisch-gasförmigen Zustande zu bestehen vermag. Wenn aber dem so ist, so müssen wir einen internen Hohlraum von nicht ganz unbeträchtlichem Halbmesser als ein ungeheueres Kraftreservoir, als einen Behälter betrachten, innerhalb dessen die Materie gar keine aktuelle, sondern bloss noch potentielle Energie besitzt, sich in einem Zustande der Spannung befindet, wie wir uns eine auch nur annähernd gleich starke nach den innerhalb des uns zugänglichen Bereiches zu sammelnden Erfahrungen nicht vorzustellen befähigt sind. Man bezeichnet eine Gasmasse dieser Art, mit A. Ritter, als isentropisch; eine physikalische Grundbedingung des in unseren Laboratorien nur approximativ herstellbaren Zustandes besteht darin,

---

[1]) Jahresbericht der geogr. Ges. in München 1892. 14. Heft. p. 19.

dass, wenn irgend ein distinktes Gasvolumen in der Masse verschoben wird, dasselbe nach Druck und Temperatur sich ganz von selbst den Verhältnissen des neuen Ortes einfügt, an welchen es gelangt ist.

In dem Masse natürlich, in welchem wir vom Zentrum aus uns der Oberfläche nähern, werde auch der Aggregatzustand sich ändern, und zwar müsse diese Änderung eine kontinuierliche sein. In den äussersten sphärischen Schichten des innersten Gasballes müsse bereits die Neigung der Gasatome, sich zu Molekülen zu gruppieren, eine gewisse Individualisierung zuwege bringen, und zwar würden es die spezifisch leichtesten Gase sein, die zunächst am Erdmittelpunkte als solche auftreten. Es folge darauf, nach aussen zu, eine Kugelschale, innerhalb deren die einzelnen Gase gemischt enthalten sind, darunter gewiss auch solche, mit denen wir noch keine Bekanntschaft zu machen Gelegenheit fanden. Die Fluidität dieser Gase werde stets eine geringere, die Wege, welche die Atome in ihrer Oszillationsbewegung zurücklegen, werden kleiner und kleiner werden, bis endlich eine tropfbare Flüssigkeit die elastische ablöse. Auch in der mit solcher Flüssigkeit erfüllten Schale werde die Verschiebbarkeit der Teile fortwährend sich vermindern, an die Stelle leichtflüssiger Materien würden schwerflüssige treten, bis endlich, schon ziemlich nahe der Aussenseite, jene zähflüssige, wesentlich aus in Schmelzfluss übergegangenen krystallinischen Körpern bestehende Masse sich finde, für welche seit einiger Zeit der Name Magma gebräuchlich geworden ist. Aber auch das Magma liege der Erdkruste nicht direkt an, sondern zwischen beiden liege erst noch jene Schicht der latenten Plastizität, für welche, als wirklich vorhanden, sicherlich das doppelte Moment spreche, dass sie ebensosehr durch die Konsequenz unserer bisherigen Betrachtungsweise gefordert, wie auch durch die neuesten Untersuchungen über Gebirgsfaltung zur gebieterischen Notwendigkeit gemacht sei. Natürlich müssen auch in diesem Gebiete alle möglichen Übergänge bis zu der fast vollkommenen Starrheit — einen absolut starren Körper kennen wir nicht — vertreten sein, welch letztere für die keineswegs sehr dicke feste Erdrinde charakteristisch beschrieben sei.

Ein Körper von der beschriebenen Zusammensetzung müsse sich hinsichtlich seiner axialen Bewegungen offenbar ganz ebenso verhalten wie ein starrer, da ja die Aggregatverschiedenheit für zwei nächst benachbarte, demselben Erdradius angehörige Punkte durchweg nur eine unmessbar geringe ist. So fielen denn jene Bedenken weg, welche man, gestützt auf die Lehre von der Nutation, gegen die Annahme einer nur wenig mächtigen festen Erdkruste erheben zu müssen glaubte.

„Es ist,“ sagt schliesslich Günther, „in der Litteratur noch merkwürdig selten eine bestimmte Stellung der Lehre vom gasförmigen Erdinneren gegenüber eingenommen worden; ja es wird uns sogar gelegentlich noch versichert, der Erdkörper sei eigentlich

durch und durch fest. Wie lange dieser nicht recht verständliche Standpunkt festgehalten werden wird, das lässt sich nicht absehen, aber bei der unmittelbaren, ja imminenten Bedeutung, welche der Frage für einen ganzen Zyklus geophysikalischer Aufgaben innewohnt, wird sich dieselbe von Tag zu Tag entschiedener in den Vordergrund drängen, und auch die Geographie als solche wird auf die Dauer nicht in der Lage sein, in Gleichgültigkeit zu verharren."

**Über die Beschaffenheit des Erdinneren und die Kontraktionstheorie der Gebirgsbildung** verbreitet sich M. P. Rudski[1]). Die Hypothese, welche die Felsengebirge als Resultat einer säkularen Kontraktion der Erde betrachtet, ist geologisch zulässig, ja wahrscheinlich. Angriffe gegen dieselbe stützen sich hauptsächlich auf eine Abhandlung Thomson's über die Starrheit der Erde. Rudski zeigt nun, dass nicht die Kontraktionstheorie mit der gegenwärtigen effektiven grossen Starrheit der Erde, sondern die Annahme Thomson's, es sei ein Moment gewesen, wo die ganze Erde dieselbe Temperatur durch die ganze Masse besass, mit der Kontraktionstheorie unverträglich ist.

„Diese Annahme ist an sich selbst höchst unwahrscheinlich. Eine überall gleiche Temperatur könnte nur in einem homogenen flüssigen Körper durch äusserst starke Konvektionsströmungen hergestellt werden. In einem heterogenen Körper, wie unsere Erde ist, wo die Stoffe sich nach ihrer Dichtigkeit ordnen, konnte sie nie existieren.

Diejenigen, welche auf der Thomson'schen Rechnung ganze Theorien aufbauen wollen, haben auch nicht beachtet, dass Thomson vor allem eine rechnerisch bequeme Formel gewinnen wollte. Die Formeln der Leitungstheorie für Körper von endlichen Dimensionen bestehen aus unendlichen Reihen, welche nur in gewissen Fällen auf kurze Ausdrücke reduziert werden können. Um seine Formel zu vereinfachen, hat ja Thomson eigentlich nicht eine Kugel, sondern einen unendlichen Körper, welcher den ganzen Raum auf einer Seite einer unendlichen Ebene ausfüllt, betrachtet.

Das Problem von der Abkühlung der Erde ist eigentlich unbestimmt. Es giebt aber ein Mittel, dasselbe für Betrachtungen über das Alter der Erde anzuwenden, indem man einerseits den Betrag der Faltung betrachtet, andererseits mit Hilfe des Green'schen Theorems, ohne die Verteilung der Temperatur im Erdinneren zu kennen, nur den Wert des Gradienten in den oberflächlichen Schichten benutzt. Aber auch hier muss man willkürliche Annahmen über die Veränderungen des Gradienten mit der Zeit machen. Diese Methode bietet aber den Vorzug, dass sie immer äusserst handliche Formeln liefert."

---

[1]) Petermann's Mitt. 1893. p. 136 u. ff

Welches Gesetz man auch zur Berechnung des Druckes im Inneren der Erde zu Grunde legen mag, immer erreicht die niedrigste Schätzung des Druckes im Erdzentrum nach Tisserand doch den Wert von 1700000 Atmosphären. „Jedenfalls," bemerkt Rudski, „können wir sagen, dass die Starrheit der Erde sich ganz gut mit der Annahme einer Temperatur von einigen 10000 Graden im perizentrischen Teile verträgt. Sonst braucht man, um die Falten und andere Dislokationen durch Kontraktion zu erklären, nicht so sehr hohe Temperaturen für die Jetztzeit wie für die Vergangenheit zu haben, denn die Faltung ist eigentlich nicht die Folge einer hohen Temperatur, sondern eines grossen Wärmeverlustes.

Die gegenwärtige Starrheit beweist auch nicht, dass die Erde immer starr gewesen ist.

Sie beweist auch nicht, dass eine gewisse halbflüssige Zwischenschicht noch jetzt in einer gewissen Tiefe nicht existieren könne.

Durch die Gezeiten des inneren Ozeans müssen in der Rinde Bewegungen und Spannungen entstehen, welche die Kruste zerbrechen können. Sobald sie aber leichter ist wie die darunterliegende Flüssigkeit, kann kein Stück derselben untersinken. Sie befindet sich also im Zustande eines stabilen Gleichgewichts."

Rudski glaubt, dass die Annahme einer wenigstens plastischen, nicht brüchigen Zwischenschicht durch gewisse Thatsachen gestützt werde. Hierzu rechnet er die geringe Tiefe des Erdbebenherdes, die niemals grösser als 40—50 *km* gefunden worden ist. Dies beweist nach seiner Meinung, „dass in gewissen Tiefen diejenigen Phänomene, welche Anlass zu Erdbeben geben, nicht mehr vorkommen. Was giebt aber Anlass zu Erdbeben? Ausser etwa unterirdischen Explosionen sind es immer plötzliche Verschiebungen. — Einmal ist es der Einsturz eines Gewölbes über einer Höhle, ein anderes Mal eine Verschiebung einer Gesteinspartie längs einer Spalte, ein drittes Mal ein Zerbersten ganzer Gesteinspartien, d. h. die Bildung einer neuen Spalte. — Die sogenannten tektonischen Erdbeben entstehen immer infolge plötzlicher Dislokationen.

Diese Dislokationen mögen zuweilen nur ein paar Millimeter betragen, sie haben aber grosse Gesteinspartien betroffen und traten plötzlich ein. Eine noch so grosse, aber langsame, allmähliche, stetige, ununterbrochene Dislokation kann kein Erdbeben verursachen.

Es müssen also diejenigen Schichten, von denen keine Erdbeben zu uns gelangen, von einer anderen physischen Beschaffenheit sein, wie die oberflächlichen Gesteinsschichten. Sie sind einer plötzlichen Dislokation, eines Bruches unfähig. Eine gänzliche Abwesenheit von Spannungen unterhalb eines gewissen Horizontes anzunehmen, wenn gleichzeitig oberhalb desselben infolge der Spannungen die Stoffe der Erde zerbersten, sich verschieben u. s. w., wäre ja widersinnig.

Die tektonischen Erdbeben sind in dieser Hinsicht besonders wichtig. Vulkanische Erdbeben berichten uns bloss über den

Zustand und die Ereignisse, welche in den vulkanischen Gegenden stattfinden. Auf diese Weise geben sie uns wichtige Aufschlüsse über vulkanische Gegenden, aber diese befinden sich bis zu einem gewissen Grade in aussergewöhnlichen Verhältnissen. Tektonische Erdbeben kommen dagegen oft in Gegenden vor, wo keine thätigen Vulkane existieren. Sie sind also nicht nur von einer anderen, sondern auch von einer allgemeineren Bedeutung. Sie berichten uns über die physischen Eigenschaften tiefer Schichten in solchen Gegenden, wo man aus vulkanischen Erscheinungen nichts erfahren kann. Sie scheinen ein Zeugnis dafür abzulegen, dass die plastische Zone, welche in einer gewissen Tiefe unter der Erdoberfläche liegt, ununterbrochen ist und nicht etwa aus kleinen „Maculae" besteht, wie man, bloss nach den vulkanischen Erscheinungen urteilend, denken könnte.

Die mittlere Tiefe der nichtbrüchigen Zone wird sich genauer feststellen lassen, sobald genaue Berechnungen der Tiefe der Erdbebenherde in einer grösseren Zahl vorhanden sein werden. — Leider kann man nicht auf dieselbe Weise die Dicke der nichtbrüchigen Zone bestimmen. Wäre unter der nichtbrüchigen Zone wiederum eine andere brüchige vorhanden, und wäre sie auch von plötzlichen Dislokationen heimgesucht, so könnten wir höchstens etwas von den heftigsten dieser Dislokationen wahrnehmen, mit anderen Worten: auf Grund der Beobachtungen über die Tiefe des Herdes der Erdbeben können wir nicht bestimmen, ob die nichtbrüchige Zone bis zum Erdzentrum reicht oder in einer gewissen Tiefe wieder in eine brüchige Zone übergeht.

Gegen die Annahme der plastischen Zwischenschicht spricht eigentlich nur die effektive Starrheit der Erde im Gezeitenphänomen. Sie spricht aber, wie wir schon bemerkt haben, eher beschränkend als ausschliessend. Doch etwas Näheres über diese Beschränkungen zu sagen, ist vorläufig schwer, umsomehr, da vorderhand noch eine sichere Bestimmung des Grades der Starrheit fehlt. Sie wurde zwar von Darwin auf Grund des Gezeitenphänomens unternommen, man kann sie aber nicht als befriedigend betrachten. Das Gezeitenphänomen ist zu verwickelt, die Daten sind zu unsicher, als dass man dieser Berechnung ein volles Vertrauen schenken könnte. Gewisse Erscheinungen des Gezeitenphänomens haben, wie Fisher bemerkt, bereits zu viel bewiesen. Sie geben mehr, als man von einem absolut starren Körper erwarten könnte."

Die in neuester Zeit bemerkten periodischen Variationen der Polhöhe können möglicherweise dereinst dazu dienen, den Grad der Starrheit der Erde genauer zu bestimmen. Wäre die Erde ein absolut starrer Körper, so müsste, wie Euler schon gezeigt hat, die Periode dieser Variationen 306 Tage betragen, während sie thatsächlich nahezu 385 Tage umfasst. Die Erde kann also kein absolut starrer Körper sein.

## 2. Oberflächengestaltung.

**Die letzten kontinentalen Veränderungen Europas vor und während der Eiszeit** behandelt J. N. Woldřich[1]). Folgendes sind die Ergebnisse, zu denen er gelangt: Zur Eiszeit, als Skandinavien, die norddeutsche Ebene und ein Teil von Mitteleuropa von Gletschern bedeckt waren, bestand eine Verbindung von Spanien mit Marokko, von Korsika, Sardinien, Sizilien und Malta mit Algerien; der Ostteil des damals kleinen Mittelmeeres befand sich im Zusammenhange einesteils über die Saharagegend mit dem Ozeane, anderenteils durch die Strasse von Messina mit dem Westteile des Mittelmeeres; das Rote Meer und das Uralgebirge waren noch nicht vorhanden; Nordrussland und Nordsibirien waren mit Schnee und Eis bedeckt, ihre Gewässer flossen in das ausgedehnte mittelasiatische Meer ab. Eine zweite Eiszeit gab es wenigstens im Norden nicht. Als die Gletscher in Mitteleuropa zurücktraten, befand sich das ausgedehnte britische Land im Zusammenhange mit Frankreich, die dalmatinischen Inseln bildeten mit Dalmatien ein ausgedehntes istro-dalmatinisches Festland, ebenso bildeten auch Elba, Korsika und Sardinien vermutlich mit Italien ein sardo-italienisches Festland, und Sizilien mit Malta und Italien das sizilisch-italienische Festland; die Strasse von Gibraltar war offen, der Westteil des Mediterranbeckens im Zusammenhange mit dem Ostteile vermittels der sizilianischen Strasse, die Wüste Sahara war vorhanden, Nordrussland war noch von Eis bedeckt, das mittelasiatische Meer bestand noch; in Mitteleuropa herrschte ein kontinentales Klima, begleitet von einer subarktischen Steppenflora und Steppenfauna. Nach verhältnismässig langer Zeit öffnete sich gegen das Ende der Diluvialepoche zu die Strasse von Dover (Calais) und Messina, das adriatische Becken sank, die Verbindung zwischen Korsika und Italien hörte auf, und das südägeïsche Becken und die Rote Meer-Spalte sanken unter; der Wall dagegen erhob sich zu seiner jetzigen Höhe. Nordrussland und Sibirien wurden vom Eise frei und neigten sich nach Norden hin, das mittelasiatische Meer floss ab und hinterliess als Überbleibsel das Schwarze und Kaspische Meer, den Aral- und Balkaschsee. Als die Diluvialperiode zur Neige ging, öffnete sich endlich die Dardanellenstrasse[2]).

**Die geographische Verteilung der Beschaffenheit von Grund und Boden** ist von A. v. Tillo nach Karte 4 der neuen Bearbeitung des Berghaus'schen Physikalischen Atlas ermittelt worden[3]). Als vorläufige Ergebnisse giebt der Verfasser folgende Zusammenfassung:

---

[1]) Abhandlungen der böhmischen Kaiser Franz Joseph-Akademie für Wissenschaft, Litteratur und Kunst zu Prag 1892. 2. Klasse II. Nr. 14.
[2]) Verhandlungen der k. k. geol. Reichsanstalt 1893. Nr. 4. p. 99.
[3]) Petermann's Mitt. 1893. p. 17 u. ff.

„Ein Viertel des Festlandes ist mit Laterit bedeckt, wobei in Afrika derselbe 49 % und in Südamerika 43 % der ganzen Fläche ausmacht. Er kommt vorwiegend in den Breitenzonen von 20° nördl. Br. bis 20° südl. Br. vor, wo kein Lehm auf der Karte verzeichnet ist.

Lehm ist auf der ganzen Erde durch 18 % vertreten, besonders in Asien, wo 37 % des Areals damit bedeckt sind.

Der Steppenboden nimmt 17 % des ganzen Festlandes ein und ist in Ozeanien durch 41 % repräsentiert.

Bei den Bodengruppen lässt sich sagen, dass die Eluvialregionen 43 % und die Regionen mit überwiegender Aufschüttung 38 % der Festlandsfläche ausmachen. Die überwiegende Denudation nimmt 11 %, Löss 4 % ein. Sehr auffallend ist das Gleichgewicht (sozusagen) zwischen den Eluvialregionen einerseits und den Aufschüttungen andererseits, indem die Eluvialregionen 43 % und die Aufschüttungen 42 % der Landflächen vorstellen.

Von den gesamten ozeanischen Flächen sind 34 % mit Globigerinenschlamm und 33 % mit rotem Thone bedeckt. Die kontinentalen Ablagerungen nehmen 22 % ein. Die charakteristischen Züge der Ozeane lassen sich in der Weise formulieren, dass im Stillen Ozeane mehr als die Hälfte (55 %) dem roten Thone, im Indischen Ozeane 44 % und im Atlantischen Ozeane 58 % dem Globigerinenschlamme angehören. Die kontinentalen Ablagerungen sind doppelt nach ihrer Relativzahl (23 %) im Atlantischen Ozeane im Vergleiche mit dem Stillen Ozeane (12 %). Dagegen unterscheidet sich der Indische Ozean durch die grössere Verbreitung des Diatomeenschlammes.

Bei der Summierung der organischen Ablagerungen stellt sich heraus, dass im Indischen und Atlantischen Ozeane dieselben resp. durch 65 und 62 % vertreten sind, dagegen im Stillen Ozeane nur im Betrage von 29 % erscheinen. Umgekehrt: der rote Thon beträgt im Stillen Ozeane 55 % und im Indischen und Atlantischen Ozeane nur resp. 18 und 13 %.

| Breiten | Verteilung des Globigerinenschlammes nach den Breitenzonen in Relativzahlen; die Fläche des Wassers der Zone gleich 100 angenommen |
|---|---|
| 80—60° nördl. Br. | 7 |
| 60—40 „ | 24 |
| 40—20 „ | 24 |
| 20— 0 „ | 34 |
| 0—20° südl. Br. | 40 |
| 20—40 „ | 49 |
| 40—60 „ | 52 |

Wenn man die Verteilung der Meeresablagerungen nach Breitenzonen ansieht, so findet man eine rasche Abnahme der Relativzahlen der kontinentalen Ablagerungen mit der Breite vom Norden zum Süden, — ein Beweis, dass dieselben mehr als direkt proportional

zu den Kontinentalflächen anwachsen. Sehr charakteristisch ist die ganz regelmässige Zunahme der Relativzahlen für den Globigerinenschlamm, wie aus der vorstehenden kleinen Tabelle zu ersehen ist.

Vergleicht man die beiden Hemisphären, so kommt man zu folgenden Resultaten:

Die Regionen der überwiegenden Aufschüttung sind in beiden mit 38% vertreten, das Ebenmass der Zerstörung und Fortpflanzung nimmt in beiden 4% ein, das Löss ist auch beinahe gleich verteilt (resp. 3 und 5%). Endlich scheinen die Eluvialregionen verhältnismässig in der südlichen, dagegen die Regionen der überwiegenden Denudation in der nördlichen Hemisphäre verbreitet zu sein.

Die Meeresablagerungen betreffend, so sieht man, dass in der nördlichen Halbkugel 33% den Kontinentalablagerungen, 27% den organischen Ablagerungen und 40% dem roten Thone zukommen; in der südlichen Halbkugel überwiegen die organischen Ablagerungen 53%, dagegen kommen den kontinentalen Ablagerungen und dem Thone resp. 19 und 28% zu.“

**Die Grundzüge der Bodenplastik von Italien** zeichnete Prof. Theobald Fischer in einem. Vortrage auf dem 10. deutschen Geographentage 1893[1]). Italien besteht nach seinen Ausführungen, wenn man vom Alpenlande absieht, bodenplastisch nur aus zwei grossen natürlichen Gebieten, dem ebenen, sich äquatorial erstrecken den Polande, Festlandsitalien und dem gebirgigen und hügeligen, sich meridional am meisten ausdehnenden Halbinsel- und Inselitalien, dem Apenninenlande. Denn Sizilien und Sardinien-Korsika sind teils Stücke der Apennin, teils Trümmer der Tyrrhenis, d. h. eines alten Festlandsgebietes, welches, noch heute seine Zusammengehörigkeit geologisch und biologisch bezeugend, sich von Korsika bis Kalabrien und Nordostsizilien, andererseits aufs toskanische Festland erstreckte und auch Beziehungen zu den Westalpen erkennen lässt.

Die Poebene bildet einen grossen Trog, der sich, im Westen hoch von den Alpen umwallt, nach Osten verbreitert und zur Adria neigt, von dieser aber durch einen 15—20 *km* breiten Sumpf- und Haffgürtel getrennt ist. Bis zu Ende der Tertiärzeit als Einbruchskessel an der Innenseite der Alpen meerbedeckt, ist dieselbe seitdem durch eine Hebung, infolge deren die Pliocänschichten noch heute bis zu 500 *m* Höhe am Hange der Alpen und Apenninen erhalten sind, sowie durch die ungeheueren Geröllmassen, welche die Flüsse hineinschütteten, verlandet und noch immer im Vorrücken gegen die Adria begriffen. Die Einförmigkeit der Ebene wird durch die Eigenart dēs Anbaues, durch den fast überall vorhandenen Blick auf die Alpen, vielfach auch auf die Apenninen oder beide Gebirge, namentlich aber durch die mehrfach mitten aus derselben als Einschlüsse im Schwemmlande auftauchenden Hügel und Hügelgruppen und die wechselvollen Formen des Schuttlandes selbst wesentlich gemildert.

[1] Deutsche geogr. Blätter 1893. **16.** p. 167

Jene Einschlüsse gehören teils, wie die sich auf mesozoischer und tertiärer Unterlage erhebenden Vulkanreste der euganeischen und bericischen Hügel zu den Alpen, teils wie der Hügel von S. Colombano und das monferratische Hügelland zum Apennin. Jener liegt weit nördlich vom Po, der hier ein gut Teil des Apennin abgetragen hat, während dieses die nördliche Hälfte einer grossen flachen Tertiärmulde des Apennin, durch den wohl erst gegen Ende der Glazialzeit direkt nach Nordosten gedrängten, heute der Tiefenlinie der Synklinale folgenden Tanaro und sein breites Alluvialthal vom Apennin orographisch getrennt worden ist.

Am auffälligsten tritt die Form der Ebene hervor in der den Po in wechselnder, aber überall bedeutender Breite begleitenden Flutrinne, jüngstem Alluvium, welches meerwärts in den Gürtel jüngst gebildeten Schwemmlandes übergeht. Darüber erhebt sich überall mit scharf ausgeprägtem, wohl hie und da bis 10 *m* hohem Anstiege ein zweiter, völlig ebener Gürtel, der nur durch die breiten, flachen kiesigen Betten der Flüsse gegliedert wird und sich ganz besonders durch befruchtenden Wasserreichtum auszeichnet. Dieser letztere beruht darauf, dass auf den wenig durchlässigen thonigen Ablagerungen die in den Schuttmassen der beiden gebirgsnäheren Gürtel der Ebene in die Tiefe gesunkenen Wassermassen hervortreten müssen. Dies geschieht teils in starken Quellen, welche vielen kleineren Flüssen, namentlich in Friaul, Ursprung geben, oder in unterirdischen Zuflüssen der dadurch hier auffällig wasserreicher werdenden Flüsse oder in künstlichen Fassungen und Leitungen, wohl den ältesten Kulturleistungen der Menschen in der Poebene. Dieser durch die hervortretenden Gewässer so wichtige Gürtel wird der Gürtel der Fontanili genannt. Er verläuft etwas nördlich von Mailand. Die ehemals hier vorhandenen Sümpfe, das Gegenstück der bayrischen Möser, sind bis auf die Mosi von Crema von der Kultur beseitigt. Ein aus groben Flussgeröllen und Gletscherschutt aufgebauter und daher schon vielfach hügeliger Doppelgürtel schliesst sich gegen das Gebirge hin an, jener aus den riesigen Schuttkegeln der aus dem Gebirge hervorbrechenden Flüsse namentlich zu Beginn der Eiszeit gebildet, dieser aus den Moränen der Gletscher, welche vor dem Ausgange der grossen Alpenthäler wahre Amphitheater aufhäuften. Das von Ivrea ist das regelmässigste und besterhaltene. Die linke Seitenmoräne, der Monte Serra, ist ein wahres aufgeschüttetes Gebirge von reichlich 600 *m* relativer Höhe. Die ganze Schuttmasse von Ivrea schätzt man auf 70 *cbkm*. In diesen beiden Gürteln, namentlich dem der Moränen, fehlt es nicht an landschaftlichen Reizen, wie die hügelumsäumten Moränenseen und die in die festverkitteten Schuttmassen eingeschnittenen tiefen Flussthäler sie zu bieten vermögen, von den zwischen den Flüssen gelegenen öden Heideflächen, für welche es überall besondere Namen (vaude, brughiere, groane u. a.) giebt, hat die Kultur nur noch Reste übrig gelassen. Auch sie haben ihr Gegenstück auf der bayrischen Hochebene, namentlich im Lechgebiete.

Man pflegt den Apennin gewöhnlich, wenn es sich um einen kurzen Ausdruck handelt, als ein Faltengebirge zu bezeichnen, von welchem ähnlich wie bei den Karpathen nur der äussere geschichtete Mantel erhalten ist, während das innere Zentralmassiv unter dem grossen tyrrhenischen Senkungsfelde abgesunken ist. Bei näherer Betrachtung modifiziert sich dies Bild allerdings sehr bedeutend. Nur die Nordhälfte des Apennin, etwa bis zu der fast die ganze Halbinsel durchsetzenden Querfurche, durch welche der Sangro zur Adria, der Volturno zum Thyrrhenischen Meere geht, trägt die Kennzeichen eines gefalteten Gebirges deutlich zur Schau, die Südhälfte, die allerdings noch ungenügend durchforscht ist, wird in ihrer Oberflächengestalt viel mehr von Bruchlinien und daraus erfolgten Vertikalverschiebungen bestimmt.

Der Apennin ist ein sehr jugendliches, wohl das jugendlichste unter den grösseren Gebirgen Europas. Die durch von Südwesten aus der Gegend der niederbrechenden alten Tyrrhenis her kommenden tangentialen Schub hervorgerufenen faltenden Bewegungen fanden ihr Ende schon zu Ende der Mioeänzeit. Die Pliocänschichten, in so grossem Masse sie am Aufbaue des Apennin, namentlich an der Aussenseite, teilnehmen, sind nirgends gefaltet, sondern nur gehoben, aber so bedeutend, dass sie heute noch, trotz gewiss schon wieder weit fortgeschrittener Abtragung, in Sizilien Höhen von 1000 *m*, auf dem Festlande von 1200 *m* erreichen. Selbst in die Quartärzeit hinein dauerte die Hebung noch fort, in Sizilien erreichen Quartärschichten bis 400 *m* Höhe. Die Nordhälfte des Apennin zeigt deutlichen Parallelismus der Falten und der mit den Antiklinalen fast durchaus zusammenfallenden Ketten, am meisten zwischen Genua und Ankona. Dort schieben sich, sämtlich einander parallel in Südost streichend, die Ketten kulissenartig vor einander, indem immer eine dem Tyrrhenischen Meere nähere, eine Strecke weit auch die Hauptwasserscheide bildende Kette gegen das tyrrhenische Senkungsfeld an Höhe verliert und schliesslich unter demselben verschwindet, die Wasserscheide auf die nächste östlichere überspringt, die das gleiche Schicksal hat, und so fort. Auf der ganzen inneren Seite, von nahe südöstlich von Genua bis zu dem Horste von Sorrent, welcher den campanischen Einbruchskessel von dem von Salerno scheidet, öffnen sich daher alle Synklinalthäler zum tyrrhenischen Senkungsfelde, und können sich in dem dort breiten, aus demselben noch aufragenden beziehungsweise aufgeschütteten Vorlande grössere Flüsse, wie Arno, Tiber u. a. entwickeln. Die Aussenseite dagegen ist nur durch parallele Erosionsthäler gegliedert, welche sich senkrecht zum Streichen der Ketten zur Poebene beziehungsweise zur Adria öffnen.

Der mittlere Apennin zeigt noch dieselben Parallellinien der Ketten, aber auf der tyrrhenischen Seite der Hauptketten erheben sich noch abgesonderte Gebirgslandschaften, wie die umbrische und sabinische, die Faltung wird weiter nach Südosten zur Fältelung, und

Bruchlinien, auf welchen mehrere 1000 *m* umfassende Vertikalverschiebungen nachgewiesen sind, verleihen den mächtigen, den mittleren Apennin kennzeichnenden Kalkstöcken die grössten Höhen, welche überhaupt im Apennin vorkommen. Solche Bruchlinien haben wohl auch das Innere des Gebirges geöffnet, so dass hier die Flüsse auch an der Ostseite Synklinalthäler entwässern, und das hydrographische Netz hier eine gewisse Ähnlichkeit mit dem der Westseite erhält.

Die Südhälfte des Apennin besteht aus zahlreichen, an diejenigen unserer Ostalpen (Dachstein, Totes Gebirge u. a.) erinnernden, nur etwas kleineren mesozoischen oder eocänen Kalkmassen, welche mit oft wagerecht liegenden oder wenig geneigten, hier und da allerdings auch steil aufgerichteten Schichten weissleuchtend mit prallen Wänden aus der niederen meist pliocänen Umgebung aufragen. Meist niedere, nur durch Erosion gegliederte Hochflächen bildend, verbinden diese gehobenen Pliocänschichten dieses Trümmerwerk älterer Massen. Erst jene Hebung schuf hier wieder ein einheitliches Gebirge, dem aber der Parallelismus der Ketten durchaus fehlt, trotzdem auch hier noch in Südost streichende Faltenzüge hier und da erkennbar sind. Die meist von Pliocän gebildete Wasserscheide liegt daher bald näher an der tyrrhenischen, bald an der adriatischen Seite. Man durchquert hier das Gebirge in Engpässen, man übersteigt es nicht. Im calabrischen Apennin handelt es sich um zwei grössere archäische Massive, Trümmer des Tyrrhenis, die Sila und den Aspromonte, welche infolge jener Hebung einen jungtertiären Mantel, der sie orographisch verbindet, hoch hinauf um ihre Schultern geschlagen haben. Wie die archäischen Gesteine unter der Kalkdecke des neapolitanischen Apennin an dessen Südgrenze hervortreten, so zeigen Denudationsreste in Calabrien, dass auch dort allenthalben eine solche Kalkdecke vorhanden war. Ebenflächige Ausbreitungen sind daher in der ganzen Südhälfte des Apennin der hervorragendste Zug in der Oberflächengestalt, nicht parallele Ketten.

Jene Hebung erst schloss drei pliocäne Meerengen, welche die Halbinsel durchsetzten, die calabrische, die neapolitanische, welche vom Golf von Campanien zu dem der apulischen Ebene ging, und die apulische. Nur die auch auf einer noch so häufig durch Erdbeben heimgesuchten Bruchlinie gelegene Meerenge von Messina blieb, wenn auch bedeutend verengt, noch offen, der sizilische Apennin vom festländischen getrennt. Durch diese Hebung wurde die apulische Meerenge geschlossen und der Gargano und die apulische Kreidetafel erst (wieder) mit dem Apenninenlande verbunden. Beide zeigen in ihrem geologischen Baue eine Übereinstimmung mit jenen Kalkmassiven des neapolitanischen Apennin, welche mit dem Fortschreiten der geologischen Durchforschung sich als immer grösser herausstellt. Wir fassen sie mit der apulischen Ebene als adriatisches Apenninenvorland zusammen und stellen demselben das tyrrhenische gegenüber, welches die campanische und latinische Ebene, wie den

Arnogolf, das toskanische Hochland, die lepinischen Berge und die vulkanischen Berggruppen der tyrrhenischen Abbruchsseite umfasst.

Zu reichlich $^2/_3$ besteht der Apennin, Sizilien zu $^4/_5$ aus Schichten, welche sich im Laufe der Tertiärzeit erst gebildet haben, leicht zerstörbare Gesteine herrschen selbst in den alten, den Apenninen einverleibten Trümmern der Tyrrhenis, einige besonders im Tertiär vor. Nur der mittlere Apennin verdient die Bezeichnung als Kalkgebirge, im ganzen betrachtet, ist der Apennin mehr ein Thongebirge. Das ganze Apenninenland unterliegt daher bei dem Wechsel trockener und nasser Jahreszeiten rascher Abtragung, die Oberflächenformen ändern sich unablässig, die Lage der Siedelungen wird von diesen beweglichen Bodenarten bestimmt, Verkehrswege sind nur schwer umzulegen, selbst die Verbreitung der Malaria wird durch dieselben gefördert.

**Die Gebirgsformen im südwestlichen Kärnten und deren Entstehung** ist Gegenstand einer Studie von Dr. F. Frech gewesen[1]). Sie erörtert die allmähliche Herausbildung der heutigen Oberflächenformen, wie sie in dem letzten Abschnitte der Tertiärperiode, in der Eiszeit und der jüngsten geologischen Vergangenheit vor sich ging. Die gebirgsbildenden Vorgänge im Alpengebiete erreichten in der 2. Hälfte der Miocänzeit ihr Ende. Verwitterung und Erosion des fliessenden Wassers, deren Thätigkeit gleichzeitig mit der Emporwölbung begann, kennzeichnen den Abschluss der Tertiärperiode. Die Bedeutsamkeit dieser tertiären Denudation erhellt aus theoretischen Betrachtungen ebensowohl, wie aus der bekannten Thatsache, dass das gesamte Abflusssystem der Alpen bereits vor dem Eintritte der Eiszeit in einer von der heutigen wenig abweichenden Form fertig gebildet vorlag. Die Denudationsprodukte der Neogenzeit sind allerdings durch die diluvialen Gletscher fast vollständig ausgeputzt worden; nur für sehr vereinzelte inneralpine Bildungen ist ein präglazialer, tertiärer Ursprung nicht ausgeschlossen.

An die Stelle der älteren „Kataklysmen-Auffassung“, welche in den Thälern klaffende Risse und Spalten der Erdrinde sah, ist in neuerer Zeit eine naturgemässere Anschauung getreten, die der Erosion des fliessenden Wassers den wesentlichsten Einfluss auf die Entstehung der Gebirgsthäler zuerkennt. Jedoch hat sich diese Betrachtungsweise von Übertreibungen nicht freigehalten und den Einfluss von Gebirgsstörungen auf die Thalbildung gänzlich geleugnet. — Es giebt allerdings viele Alpenthäler, welche die verschiedenartigsten Schichten und Gebirgsstörungen quer durchschneiden und somit reine Erosionsgebilde sind. Bei anderen Thalformen ist der Einfluss der tektonischen und petrographischen Verhältnisse um so deutlicher erkennbar. Allerdings hat auch hier das fliessende Wasser die aktive Ausräumungsarbeit im wesentlichen vollbracht; aber ebensowenig lässt sich verkennen, dass die Richtung, in der

[1]) Zeitschr. d. Gesellsch. f. Erdkunde in Berlin **27.** Nr. 5. p. 349 u. ff.

das Wasser seine ausnagende Thätigkeit entfaltete, durch den Gebirgsbau vorgezeichnet war. Klassische Beispiele für derartige tektonische Hauptthäler bilden die Flussläufe der Gail, Drau, Fella und der oberen Save.

Verf. zeigt dies im einzelnen und geht dann ausführlich auf die Einwirkungen der Eiszeit ein. Betreffs der Einzelheiten muss auf das Original verwiesen werden. Als Hauptergebnis bezüglich des Anteils der einzelnen Abschnitte der Erdgeschichte an der Herausbildung der heutigen Oberfläche ergiebt sich folgendes: Die Bildung der Gesteine gehört der älteren geologischen Vorzeit, den paläozoischen und altmesozoischen Perioden, die Auffaltung des heutigen Gebirges dem Tertiär an; in die letzten Abschnitte dieser Epoche fällt die Bildung der wichtigeren Thäler. Während der Eiszeit wurden im wesentlichen die durch mechanische und chemische Verwitterung aufgehäuften losen Massen aus den zentralen in die peripherischen Teile des Gebirges geschafft und gleichzeitig durch Gletschererosion manche Oberflächenformen geschaffen, die, wie die Kare und Seen, noch bis jetzt erhalten sind. Die Modellierung der landschaftlichen Formen, welche das reizvolle, abwechselungsreiche Bild eines Gebirges zusammensetzen, ist fast ausschliesslich das Werk der — geologisch gesprochen — jüngsten Vergangenheit.

**Über die Typen der Küstenformen** hat Dr. A. Philippson eine Studie veröffentlicht[1]). Streng genommen ist die Küste nur Grenzlinie zwischen Festland und Meeresfläche, allein behufs fruchtbringender Betrachtung muss diese Definition verlassen und eine mehr oder weniger breite Zone zu beiden Seiten der Küste einbezogen werden. „Diese Küstenfläche umfasst einen Streifen der subaerischen sowohl wie der submarinen Oberfläche des Erdfesten zu beiden Seiten der Küstenlinie, dessen Gestaltung verursacht ist durch die Kräfte, welche an der Küstenlinie wirksam sind und von dieser bedingt werden oder sie bedingen. Die Grenze der Küstenfläche liegt also jedesmal dort, wo das durch die Faktoren der Küstenbildung bedingte oder den Küstenverlauf bedingende Relief übergeht in das von der Küste unabhängige Relief des festen Landes einerseits, des Meeresbodens andererseits.“

Verf. unterscheidet zwischen der allgemeinen und speziellen Küstengestalt, welch' letztere Gliederung (Verlauf) und Profil in sich begreift. „Die allgemeine Küstengestalt begreift die grossen Züge des Verlaufes in der Natur der Küsten, wie sie sich uns z. B. auf einer Karte kleinen Massstabes darstellen. Die spezielle Küstengestaltung begreift dagegen die feinere Ausgestaltung der Küste im einzelnen, den vielfachen Wechsel der Formen innerhalb des allgemeinen Charakters, wie wir ihn auf speziellen Karten erkennen. Die allgemeine Küstengestalt wird in der Regel durch endogene Faktoren, sei es durch die Tektonik (durch Faltengebirge, Brüche,

[1]) Festschr. zu v. Richthofen's 60. Geburtstag. Berlin 1893. p 1 u ff.

Begrenzung der grossen Schollen, vulkanische Massen), sei es durch Niveauschwankungen zwischen Meer und Land, also Untertauchen bezüglich Auftauchen ganzer Erdräume veranlasst. Die Einzelgliederung ist dagegen meist das Werk exogener Kräfte (der Atmosphäre und Hydrosphäre), welche die ursprüngliche, von den endogenen Kräften geschaffene Küstenform um- und ausgestalten. Natürlich ist nicht ausgeschlossen, dass auch tektonische Vorgänge bei der speziellen Ausgestaltung mitwirken, wie andererseits auch die allgemeine Küstenform durch Abrosion bedingt sein kann."

Auf die Küstengestalt wirken mehrere exogene Kräfte ein, welche der Küste eigentümlich sind, die wichtigsten dieser litoralen Agenzien sind: Meeresbrandung, Gezeiten und die Thätigkeit der in das Meer mündenden fliessenden Gewässer. Diese litoralen Agenzien fehlen nirgends ganz, aber sie treten örtlich in sehr verschiedener Stärke auf. Sie bewirken vornehmlich die spezielle Küstenform, während küstenfremde Agenzien die primären Küstenbildner sind. Alle Küsten sind in ihrer ersten Anlage durch letztere verursacht, da ja die litoralen Kräfte erst eingreifen können, wenn die Küste da ist.

Unter den zahlreich vorkommenden und denkbaren Küstenformen unterscheidet Dr. Philippson zwei grosse Abteilungen. In der einen kommen vorwiegend die küstenfremden, in der anderen die litoralen Kräfte zum Ausdrucke. Die ersten sind, wenn sie rein auftreten, nur Isohypsen des Reliefs (Isohypsenküsten). Am eingehendsten beschäftigt sich Verf. mit der zweiten grossen Abteilung, nämlich mit den nicht durch litorale Kräfte geschaffenen Küstentypen. Auf die Einzelheiten kann hier nicht eingegangen werden, es muss genügen, die übersichtliche Zusammenstellung derselben hier mitzuteilen. Diese Küstenformen zerfallen:

1. in thalassogene Abrasionsküsten mit ihren bogenförmigen Buchten und
2. in Schwemmlandsküsten.

Bei letzteren unterscheidet der Verf. folgende Typen:

a. die potamogene Schwemmlandsküste, ihrer Entstehung nach bedingt durch Überwiegen der Sedimentierung seitens der Flüsse über die seitliche Küstenversetzung durch die Wellen.

b. die gemischte potamogene und thalassogene Form, bei annäherndem Gleichgewichte von Sedimentierung durch Flüsse und von Küstenversetzung.

c. die thalassogenen Schwemmlandsküsten, bei Überwiegen der seitlichen Küstenversetzung über die Sedimentierung durch Flüsse.

**Über die Fjordbildung** verbreitet sich E. v. Drygalski auf Grund seiner Beobachtungen in Grönland [1]). Er ist zu der Annahme geneigt, dass der schroffe und schmale Charakter, den wir vom Querprofile der Fjorde unzertrennbar erachten, nur bei ihrer

[1]) Festschrift, F. v Richthofen dargebracht. Berlin 1893. p. 43 u ff

heutigen Eigenschaft als Meeresbuchten besteht. Lägen sie trocken, so würde sich leicht das Gegenteil herauskehren.

Eine Schwierigkeit bildet der beckenförmige Verlauf im Längsprofile der Fjordböden, die den Fjorden an ihrer Mündung eigenen Anschwellungen des Bodens, und es fehlt noch sehr an statistischem Materiale über die Höhen- und Neigungswinkel der Bodenschwellen und vor allem auch über ihre Zusammensetzung. Ob sie aus anstehendem Fels oder aus hinzugetragenem Schutte bestehen, ist der wichtigste Punkt. Der Wasserspiegel des Meeres in den Fjorden sei nur etwas Zufälliges, die Formen des Landes setzen sich ohne Unterbrechung unter den Seespiegel hinab fort.

Verf. beschreibt im einzelnen genauer ein Fjordthal, welches den Typus der grönländischen Fjordthäler sehr gut vertritt. Es hat eine Länge von $5^1/_2$ *km*, ist nahe 1 *km* breit, und in seinen Boden sind 3 Becken eingetieft, von denen das tiefste wohl bis zum Meeresspiegel hinabreicht, indem der Spiegel des Binnensees, welcher es heute erfüllt, nur 41 *m* über dem Meere liegt. Würde dieses Thal unter den Meeresspiegel sinken, so wäre es ein typischer Fjord, ein thalartiger Meeresarm, dessen Sohle aus 3 Felsenbecken besteht, die den Verlauf seines Gefälles unterbrechen. Was die Art und Weise der Entstehung von Fjordthälern, wie das in Rede stehende anbelangt, so fühlt sich v. Drygalski gezwungen, die Formen, in denen die Gletschererosion einsetzte, und die sie ausgestalten konnte, durch andere Kräfte vorgezeichnet zu denken, so dass die Gletscher sie nur ausgeräumt haben; im Rahmen der vorhandenen Formen lässt er dann den Grad der erodierenden Gletscherkraft offen. Zweifellos sei mit der Ausräumung des Schuttes auch eine Abnutzung des Untergrundes verbunden gewesen, aber vorbereitet müssten die Thalzüge der Seebecken gewesen sein, damit die Gletschererosion einsetzen konnte.

**Über die Bedeutung der Barren in Hinsicht auf gewisse geologische Bildungen** verbreitet sich C. Ochsenius[1]). Zunächst bespricht er die ozeanischen Barrenwirkungen.

„Eine Barre, die einer Bai in solcher Höhe horizontal vorgelagert ist, dass der dadurch hervorgerufene partielle Verschluss wirksam wird, erzeugt

A. bei entsprechenden Süsswasserzugängen eine Wechsellagerung von marinen oder fluviatilen Schichten, je nachdem der Süsswasserzufluss schwächer oder stärker ist, als die über die Barre einzudringen vermögende Seewassermasse. Brackische Sedimente entstehen in der Bai, wenn die süssen und salzigen Einströmungen sich annähernd die Wage halten.

Es bedarf hiernach bei der Erklärung einer Schichtenreihe aus den drei angegebenen Gattungen keineswegs der bisherigen Annahme von Hebungen und Senkungen des Landes oder Ozeanspiegels; die

---

[1]) Zeitschrift f. prakt. Geologie 1893. Heft 5 u. 6.

Mächtigkeit des ganzen Schichtenkomplexes ist nur abhängig von der Tiefe des abgeschnürten Beckens, das je nach der Barrenhöhe wechselnd vom Meere oder von den Süsswasserzuflüssen beherrscht wird.

B. Ohne Süsswasserzuflüsse und unter entsprechend warmem Klima treten in dem Busen, dessen Oberfläche alles einlaufende Seewasser zu verdampfen vermag, folgende Erscheinungen ein.

1. Phase. Das einströmende Seewasser verdunstet, und seine salinischen Bestandteile reichern den ganzen Buseninhalt allmählich so weit an, dass die Organismen, welche die Bai bewohnen, ihre Heimat verlassen oder unter Zurücklassung spärlicher undeutlicher Reste zu grunde gehen müssen; daher der Mangel an marinen Petrefakten in den Salzschichtenfolgen.

2. Phase. Die stetig zunehmende Salinität des Buseninhaltes verursacht den Niederschlag der meisten schwerlöslichen Bestandteile des flüssigen Elementes, in erster Reihe den des schwach im Meerwasser vertretenen Eisens als Oxyd[1]), in zweiter den des Calciumsulfates. Es beginnt wasserhaltig in Form von Gips auszufallen, wenn das Busenwasser ein spezifisches Gewicht von 1.129 erreicht hat. Dem Gipse schliessen sich die geringen Mengen gelösten Calciumcarbonates an.

Die soliden, noch nicht vom Wasser aufgelösten Reste der abgetöteten Organismen werden vom Gipse umhüllt und sind nur selten bestimmbar.

Die Beendigung des Verlaufes dieser Phase durch dauerhaften Barrenverschluss lässt ein Gipslager zurück, von dessen Begleitern vorzugsweise Thon, der vermengt oder in Wechsellagerung mit abgesetzt wird, und Bitumen nebst Phosphorsäure, von den Organismen stammend, zu erwähnen sind.

Die aus Phase 2 hervorgehenden Gipse — man könnte sie im Gegensatze zu den aus dem (hangenden) Anhydrithute entstehenden „liegende“ (des Steinsalzlagers) nennen — saugen nicht selten die über ihnen stehen gebliebenen salinischen Lösungen ein, falls diesen kein Abzug geboten wird.

Ein charakteristisches Beispiel für eine derartige kolossale Ablagerung „liegender“ Gipse zeigt der Llano Estacado (Staked Plain) in Texas und dem westlich angrenzenden Teile von New-Mexiko. Das ganze Land südlich vom Canadian River, der in etwa 36° nördl. Br. nach Osten in den Arkansas, Nebenfluss des Mississippi, rinnt, ist von dem linken Ufer des Rio Pecos an in einer Breite von 60 *km* und mehr bis zum 31° nördl. Br. von einem ungeheueren, an 550 *km* sich in meridionaler Richtung ausdehnenden Gipslager unterzogen, das, auf der Grundlage soliden, massiven Kalksteins ruhend, stellenweise 90 *m* stark ist und mit meist roten Thonschichten, die bis zu 300 *m* Mächtigkeit, z. B. im Cañon blanco,

[1]) Mit diesem geht auch das Mangan nieder.

erkennen lassen, wechsellagert. Alles Wasser, mit Ausnahme weniger eingestreuter süsser Quellen, die tief aus dem Kalkuntergrunde, zuweilen inmitten zahlreicher salziger, aufsprudeln, ist bittersalzig und enthält neben Natron Kali und Magnesia.

3. Phase. Der Salzreichtum im Busen nimmt immer mehr zu. Bei einem spezifischen Gewichte von 1.218 des Buseninhaltes beginnt Chlornatrium sich niederzuschlagen, am lebhaftesten bei 1.225, abschwächend bei 1.241 spezifischem Gewichte und ferner bei fortschreitender Konzentration langsam abnehmend, aber nie ganz aufhörend. Neben dem Steinsalze fällt immer noch Calciumsulfat, das ja fortwährend im einlaufenden Meerwasser zugeführt wird, aus und erscheint meist in inniger Mischung mit ersterem. Tritt viel Thonschlamm auf, so pflegt auch Magnesiumsulfat in geringen Quantitäten niederzugehen, — alle bittersalzhaltigen Steinsalzsorten sind etwas thonig.

Ein Barrenschluss um diese Zeit überliefert uns ein Steinsalzflötz mit darüberstehenden, sehr konzentrierten Mutterlaugen, die, sich selbst überlassen, so lange stagnieren, bis sie Durchbruch irgendwo erzwingen und in das Meer zurückkehren können.

Dem darunter gebliebenen, festen Steinsalzlager wird in seiner ursprünglichen Form nur selten eine geologisch lange Lebensdauer beschieden sein; es entbehrt eines wasserdichten Schutzes gegen die destruktiven Wirkungen der atmosphärischen und terrestrischen Feuchtigkeit, welcher ihm nur ausnahmsweise in genügendem Masse durch äolisch oder anderweitig bewirkte Überlagerung von undurchlässig werdendem Materiale zu teil werden wird.

4. Phase. Mit dem Auslaufen der Mutterlaugensalzlösungen, die spezifisch weit schwerer sind, als das durch den oberen Teil der Barrenöffnung einströmende Seewasser, verlangsamen sich die Vorgänge, wie leicht erklärlich. Die Strandgelände des Busens, aller Vegetation bar, fallen schutzlos den äolischen Kräften anheim und geben reichliches Staubmaterial für den Salzthon."

Dann bespricht Verfasser die Süsswasser-Barrenwirkungen, als welche die Bildung von Kohlenflötzen dargestellt wird, eine Darstellung, deren Bewertung in das Gebiet der Geologie gehört.

**Höhenänderungen in der Umgegend von Jena.** In Band III dieses Jahrbuches[1]) findet sich eine Mitteilung über Höhenänderungen, welche an einigen Orten Frankreichs beobachtet sind. Die Erscheinung dürfte vielleicht nicht so selten sein, als dort angedeutet, vielmehr dürfte häufig nur der Forscher fehlen, welcher die von Laien beobachteten Thatsachen sammelt und zusammenstellt. Diese Anschauung scheint bestätigt zu werden durch einen Artikel P. Kahle's in den Mitteilungen der Geographischen Gesellschaft zu Jena, Bd. V. Dem Verfasser war zufällig bekannt geworden, dass Bewohner verschiedener Ortschaften ein Emporsteigen oder Sinken

[1]) Klein, Jahrbuch **3.** p. 138.

anderer Ortschaften beobachtet haben wollten, und er erliess einen Aufruf in der Jenaischen Zeitung, welcher zur Folge hatte, dass ihm nicht weniger als dreiundzwanzig verschiedene Mitteilungen über solche Erscheinungen zugingen, welche allerdings zum Teile dieselbe Gegend betreffen, also eine gemeinsame Ursache haben könnten. Hier handelte es sich meist um Kirchtürme, welche, von einem bestimmten Punkte aus betrachtet, früher nur zum kleinen Teile, jetzt ganz sichtbar sind; z. B. war vor 30—50 Jahren von Hainichen bei Dornburg aus nur der obere Teil der Türme von Frauenpriesnitz zu sehen, während jetzt der ganze Ort sichtbar ist. Kahle lässt es ungewiss, ob die betreffenden Punkte selbst oder das zwischenliegende Terrain Höhenänderungen erlitten haben, und erwartet Aufschluss darüber von einer neuen trigonometrischen Aufnahme der Gegend[1]).

**Die Lössbildung des Saltrange** in Indien ist von W. Waagen dargestellt worden[2]). Nach ihm beginnt der ganze Prozess der Lössbildung, der schliesslich mit Ausbreitung des Löss über ganze Gebiete und bis zu bedeutender Höhe endet, mit Abbröckelung der Gesteine und Anhäufung von eckigen und mässig gerundeten Rollstücken an den Gehängen eines abflusslosen Gebietes. Unter dem Einflusse der Verwitterung entstehen in den Halden feine, staubartige Massen, welche ausgeblasen werden und beim Niedersinken den Löss ablagern. Zwei Bedingungen müssen zur Bildung von Löss in grösseren Massen gegeben sein: die Möglichkeit wiederholten Transportes von Staub durch Stürme und abflusslose Becken, in denen der Staub sich anhäufen kann. Sobald ein Abfluss vorhanden ist, wird der Löss alsbald wieder fortgeführt und kann keine bedeutende Mächtigkeit erreichen. Die Möglichkeit der Ablagerung des Löss ist sowohl im mittleren, als im nördlichen Teile des Saltrange über weite Strecken vorhanden. In allen den Becken, welche keinen regelmässigen Abfluss haben, befindet sich ein seichter See, dessen Wasser mehr oder weniger salzhaltig ist. Chlornatrium tritt dabei in der Regel ganz zurück. Die löslichen Bestandteile sind meist schwefel- und kohlensaures Natron, kohlensaure Magnesia und vielleicht schwefelsaure Magnesia. Diese Salze sollen bei jeder Verwitterung entstehen und werden unter den bestehenden besonderen Verhältnissen durch den gelegentlichen Regen dem See zugeführt, dessen Wassermenge je nach dem Verhältnisse von Verdunstung und Zufluss schwankt. Allmählich wird auch der Löss eines solchen abflusslosen Beckens von Salzen imprägniert. Da Löss sich nur in abflusslosen Becken anhäuft, die Anreicherung mit Salzen aber eine notwendige Folge der Abflusslosigkeit eines Beckens ist, so muss

---

[1]) Gaea 1893 p 47.

[2]) Memoirs of the Geological Survey of India [13.] **91.** Calcutta. Der Bericht im Texte oben nach den Ausführungen von Benecke im Neuen Jahrbuche für Mineralogie 1893. **2.** p. 111 – 124.

nach Verf. ein jedes Gebiet, in welchem grössere Lössmassen vorkommen, einmal ein abflussloses Gebiet mit einem Salzsee gewesen sein. Erhielt der See einen Abfluss, so änderten sich allmählich alle Verhältnisse. Es kam bis zu vollständiger Auslaugung des Löss, dieser selbst konnte schliesslich ganz oder bis auf einzelne Reste abgeschwemmt werden. In der That unterscheidet sich der Schlamm der Flüsse in der Nähe von Lössgebieten von echtem Lösse, abgesehen von seiner tiefen Lage, nur durch den Mangel der Porosität (Röhrchen) und das Fehlen der Kalkkonkretionen (Kunkurs). Die Struktur und die Zusammensetzung erlitt bei der Abschwemmung eine Änderung.

Am nördlichen Fusse des Saltrange liegt ein ausgedehnter, flacher, von einem Systeme enger, tiefer, steilwandiger Thalfurchen durchzogener, aus Löss bestehender Landstrich, welchen die Eingeborenen mit dem Namen Khuddera bezeichnen. Unter dem Einflusse der intensiven Hitze erhärtet die Oberfläche des Löss zu einer 1—$1^1/_2$′ dicken Kruste von der Härte eines Ziegelsteines, die allmählich von Rissen durchzogen wird. Der in diesen Gegenden nur geringe Regenfall dringt durch die Rinde nicht hindurch und würde oberflächlich abfliessen, wenn er nicht durch die Spalten nach unten geführt würde. Die tiefer liegenden, nach Waagen auch hier stark salzhaltigen Lössmassen werden natürlich stark angegriffen, und so entstehen bei der Neigung des Löss, senkrecht zu zerklüften, die tiefen cañonartigen Furchen, die ein Nachbrechen der oberflächlichen Rinde bewirken und schliesslich ein mannigfach verzweigtes System von Thälern erzeugen, welche für gewöhnlich trocken sind, bei heftigen Regengüssen aber Wassermengen führen, welche jedesmal eine bedeutende Erweiterung bewirken und schliesslich die Gegend unwegsam machen.

Die ganze Lössablagerung im Saltrange ist der chinesischen, von v. Richthofen so ausgezeichnet geschilderten, ähnlich, und Verf. schliesst sich auch v. Richthofen in Beziehung auf die Erklärung der Bildung des Löss der Hauptsache nach an. Dabei verallgemeinert er aber seine Ansichten und denkt sich allen Löss, auch den europäischen, in derselben Weise wie den im Saltrange entstanden. Dort überschreitet nun die Mächtigkeit des Löss 50′ nicht, bleibt also bedeutend hinter der des chinesischen zurück. Wenn nun z. B. der böhmische Löss, der ebenfalls bis zu 50′ Mächtigkeit erreicht, gleicher Entstehung wie der indische ist, so erscheint es auffallend, dass in ihm keine Khuddera entsteht. Wiederum soll der Salzgehalt die Ursache sein. In dem feuchten böhmischen Klima wurden die Salze bald ausgelaugt, der Löss dadurch weniger verwaschbar und somit auch weniger geeignet, die Entstehung tiefer Thalrinnen zu veranlassen.

**Die Dünen im nordwestlichen Teile Argentiniens** sind von Dr. L. Brackebusch untersucht und geschildert worden[1]). Er unter-

[1]) Petermann's Mitteil. 1893. 7. Heft. p. 155 u. ff.

scheidet Hochlandsdünen und Inlandsdünen. Erstere treten in der Nordwestecke der Provinz Catamarca auf und erstrecken sich weithin nach der Hochebene von Antofagastá auf heute chilenischem Gebiete. Es sind Flugsandablagerungen von oft 100 *m* Mächtigkeit, welche grosse Strecken des über 4000 *m* hohen Plateaus bedecken und von Fallwinden in die Hochthäler der Flüsse von Tinogasta und Belen, sowie den abflusslosen Kessel der Laguna Blanca und des Plateaus des Campo del Arenal hinabgeweht werden, so dass Erscheinungen eintreten, welche auf den ersten Blick grosse Ähnlichkeit mit Gletschern haben. „Stelzner und Lorentz haben zuerst die Aufmerksamkeit auf diese seltsamen Erscheinungen gelenkt und sprechen geradezu von Sandgletschern (vgl. Stelzner: „Beiträge zur Geologie u. s. w. der Argentinischen Republik“ I., p. 292); allein die Erklärung, welche beide ausgezeichnete Forscher von dem Phänomen geben, wonach sie von der Tiefe zur Höhe hinaufgeweht wären, muss Verf. als irrig zurückweisen; auch bezweifelt er, dass von jenen diese Ansicht ausgesprochen worden wäre, wenn sie Gelegenheit gehabt hätten, weiter zum Plateau von Antofagastá vorzudringen, wo die Flugsandbildungen eine solche Dimension annehmen, dass an ein Heraufwehen aus der Tiefe gar nicht gedacht werden kann. Die Materialien, woraus diese médanos (Dünen) sich gebildet haben, sind ursprünglich zerkleinerte glasige Nevadite, Bimssteine (welche unter anderen den mehrere Kilometer weiten Krater des Cerro Blanco östlich der Hoyada zusammensetzen), Quarzglimmerandesite (resp. -liparite), also echt vulkanischen Ursprunges; im weiteren Verlaufe der durch mächtige Stürme erfolgten Fortführung haben sich dann auch Granit-, Gneiss-, Sandsteinmaterial u. s. w. an der Zusammensetzung beteiligt. Wo die noch nicht zu Sand zerkleinerten grösseren Gesteinsbrocken liegen geblieben sind, zeigen diese, sowie das anstehende Gestein in ausgezeichneter Weise polierte Flächen; auch die oft genannten sogenannten Dreikantner finden sich hier in grosser Zahl vor; es wechseln also auf dem fast vegetationslosen Gebiete grössere Flächen von ausgeprägtem Charakter der Sand- und Kieswüsten.“

Die Inlandsdünen erstrecken sich vom Fusse der Kordilleren auf weite Strecken hin nach Osten. Es sind Halbschwestern der Hochlandsdünen. Der aus dem Hochgebirge stammende und später fortgeschwemmte Glazialschutt hat sich in mächtigen Terrassen am Rande der Vorkordilleren vorgelagert. „Die grosse Trockenheit und die Heftigkeit der von den Kordilleren sich herabstürzenden Fallwinde sind die Ursache, dass die Oberfläche dieser fast vegetationsfreien Schuttmassen sich beständig in Aufregung befindet, und ein stetes Hin- und Her- und Aneinanderschleudern der einzelnen Gesteinsbrocken stattfindet; dadurch zerkleinert sich das Material immer mehr und mehr, und das lockere Sandmaterial (den Quarzen der Muttergesteine entstammend) wird nebst dem feldspathaltigen Mulm vom Winde weit von den Berglehnen fortgeführt, und zwar in der

Richtung, welche die Hauptluftbewegung angiebt, d. h. vom Fusse der an die endlosen vorgelagerten Ebenen grenzenden S—N streichenden Gebirge nach Osten, mit Neigung nach Süden hin, weiter im Norden, wo die mit Schutt erfüllten Niederungen auch ähnliche Fallwinde von Nordwesten und Norden erhalten, in der Richtung nach Südosten und Süden. Die feldspathaltigen feineren Partikel werden mit grösserer Geschwindigkeit fortgetragen und lagern sich demnächst als lössartige Gebilde ab; die gröberen Sandpartien bleiben auf ihrem Marsche zurück und häufen sich zu jenen mächtigen Dünen auf, die auch hier médanos oder arenales genannt werden. Da sich dieser Prozess seit langer Zeit abgespielt hat, so ist die räumliche Trennung der Sanddünen und der aus leichter transportierbarem Stoffe entstandenen Lössformation leicht zu begreifen. Ein ähnliches Schicksal haben in den Flussthälern nach und nach herabgeschwemmte Sande der Hochgebirgsdünen erlitten, sobald sie durch Versiegen der Flüsse in trockene, tiefere Lagen versetzt wurden."

**Die Salpeterwüste von Tarapacá und Atacama**, am westlichen Fusse der Kordilleren, ist von Dr. W. Krull monographisch behandelt worden [1]). Diese Wüste liegt zwischen 69° und 70° westl. L. v. Gr. und 19° und 26° südl. Br. in völlig regenloser Zone. Dennoch geht die Verwitterung der Gesteine dort ausserordentlich rasch vor sich. Denn die Felsen, bei Tage von der brennenden Sonne ausserordentlich erhitzt, kühlen sich durch den in der Nacht auftretenden Frost rasch ab, der Zusammenhang der Massen wird gelockert, und auch die festesten Gesteine zeigen Spalten und Risse. Aschfarben erscheint die ganze Landschaft. Gegen Osten hinauf nehmen vulkanische Produkte, fein kohärente gelbgraue Erde, mit Rapilliglimmer, basaltischen Brocken, an Dicke zu, sie sind lose oder zusammenbackend, mit Salzen und Thon zusammengekittet, auch wohl mit feinem Thon überdeckt, von grauer und ziegelroter Farbe.

Die Gewässer, welche einst die Thore der Quebradas (Querschluchten oder Thäler) nach dem Meere ausgegraben, haben die engen Thäler und Schluchten mit den Verwitterungsprodukten gefüllt; auch der Wind fegt im Sommer häufig mächtige Staubwolken über die Pampa, um sie höher hinauf als Triebsand niederzulegen. Sein Material nimmt er von da, wo die vielen Auswitterungen löslicher Salze für sich oder mit Thon unter Hilfe des Taues keine dicken Krusten gebildet haben, wie solche die Oberfläche oft weithin bedecken. Die grössten Ortschaften sind Tarapacá und Pica, südlich von der Salpeterwüste. Erstere hat 8—9000 Einwohner. Diese Orte geben zugleich die Punkte an, wo sich, vermöge des Verlaufes der Quebradas, am meisten Wasser ansammeln konnte. Daselbst wird Obst-, Gemüse- und auch Rebenkultur betrieben,

[1]) Mitteil. des naturw. Vereins f. Neu-Vorpommern u. Rügen 1893. 24. Jahrg. p 38 u ff.

welche letztere einen schweren starken Wein liefert. Diese Orte haben sogar ihre Wildbäche und auch die Verwüstungen derselben, wenn die Fluten, erzeugt durch massenhaftes Schmelzwasser, von den Höhen der Anden mit elementarer Gewalt durch die Quebradas herabstürzen. Über den geologischen Aufbau bemerkt Dr. W. Krull, dass man längs der ganzen Region kristallinische Gesteine wahrnimmt, die als Granit, Syenit, Diorit u. dergl. bezeichnet werden. Man findet grobkristallinische, graue Gesteine mit grossen Glimmer- und Pyroxenkristallen, so leicht verwitterbar, dass sie bei Berührung in graues Pulver zerfallen, und nahe dabei dichte, feinkristallinische, sehr harte Felsmassen von allen Farben.

An diesen anliegend oder dieselben bedeckend, treten besonders im Küstengebiete des Nordens dichte, ganz feinkörnige, dunkle, graubraune Gesteine auf von solcher Härte, dass ihre Splitter Glas schneiden. Dieselben zeigen zuweilen eine Art Schichtung und öfters deutlich porphyrische Struktur.

An oder auf diesen findet man in demselben Gebirge in mehr oder weniger mächtiger Entwickelung sedimentäre Bildungen, welche als jurassisch erkannt worden sind, zu unterst ein rötlich dunkles, feinkörniges, sehr eisenhaltiges Gestein, darüber ein schwärzlicher Kalk, auf diesem graublauer Thonschiefer von wechselnder Dichtigkeit.

Lösliche Salze durchtränken den ganzen Untergrund der Pampa. Sie erreichen auf etwa 3—4000 *m* Höhe in und vor dem bolivianischen Hochlande eine mächtige oberflächliche Ausbreitung. Es kommen dort Salzseen und weite, Schneefeldern ähnliche, ganz oder fast ausgetrocknete Salzfelder in grosser Ausdehnung vor.

Die überall vorherrschenden Salze sind: Kochsalz, Glaubersalz, Bittersalz und Gips. Letzterer tritt hier und da in Massen, dann wieder in Bruchstücken in unendlicher Anzahl auf. Bald bildet er einen Überzug in Form eines feinen weissen Pulvers, bald wieder (südlich von Mejillones [23°]) klar- und grosskristallinische Bergmassen.

Glaubersalz neben Bittersalz herrscht mehr in der Südpampa vor, Kochsalz dagegen mehr im Norden an Hängen und kleinen Austiefungen der Ostseite der Küstenberge. Allgemein in der ganzen Region treten borsaure Verbindungen auf, stellenweise in meilenweiten Ansammlungen in den hochgelegenen Salzfeldern im Osten, z. B. bei Ascotan, bis zu den mehr beschränkten Boronatroncalcitfeldern in der Pampa wie am Westrande derselben gegenüber Pica. Gegenwärtig ist nach Krull die Borsäure im Grundwasser, wie in den Salzthonkonglomeraten längs der ganzen Pampa vorhanden. Ebenso scheint die Jodsäure, wenn auch nur in Spuren, dem ganzen Gebiete gemein zu sein.

Dagegen treten Chromsäure und Thonerdesalze nur örtlich beschränkt auf. Kalisalze scheinen auf bestimmte Regionen beschränkt zu sein. Die grossen Lager von Natronsalpeter befinden sich längs des unteren Randes der östlichen Seite des Wüstengebirges, vom

Niveau der Pampa zu geringer Höhe ansteigend, anliegend, wo der Grund steil, oder sich weit hinauf ziehend, bis 3 Meilen über langsam ansteigenden ebeneren Boden, und überall genau den Einbuchtungen der Pampa folgend. So ist die Lagerung an der Pampa del Tamarugal, welche ihren Namen von einem dort häufig wachsenpen Dornenbaume erhalten. Mehr nach Süden treten vereinzelte Bergkörper weiter nach Osten vor, zwischen denen durch flachrückenförmige Ausläufer ein System verschiedener Mulden gebildet wird, die entweder ganz mit Lagern von Caliche (d. s. die salzig-kristallinischen Krusten des Rohsalpeters) überzogen oder nur an den tieferen Stellen frei geblieben sind.

Diese Salpeterzone erstreckt sich etwa von $19\frac{1}{2}^{0}$ bis über den $21.^{0}$ südl. Br. Eine zweite ist auf dem oder nahe dem Westufer des Loaflusses, welche Gegend östlich vom Hafen Tocopilla belegen, den Namen el Toco führt; sanft gegen die Küstengebirge westlich ansteigend, wird sie von denselben nur wenig überragt.

Das dritte grössere Calichelager entfernt sich etwas mehr von der Küste und scheint höher zu liegen. Es lehnt sich an einen nordöstlich streichenden Höhenzug, bedeckt eine nicht sehr unebene Pampa, die gegen Osten hin steigt. Die Lager, Carmen alta u. a. liegen gerade östlich von Mejillones. Aus diesem Lager abgeleitet, muss man das salpeterhaltige Salar von Carmen bajo ansehen, welches dicht hinter der Küstenkette von Antofagastá auf nur etwas über 500 *m* Höhe gelegen ist.

Etwas weiter südlich, etwa dem $24.^{0}$ entsprechend, finden wir die Calicheras von Aguas blancas. Sie lagern auf stark welligem Grunde; breite, flache Rücken wechseln mit Thalsenkungen. Daneben finden sich tiefere flache Ausbreitungen, welche von ferne das Aussehen flacher Seen haben. Der Caliche liegt auch hier nur an den sanft ansteigenden Seiten der Rücken (Somos), wenig oben darauf und nichts in den Thalrinnen. Ein fünftes grosses Calichefeld breitet sich, etwa dem $25.^{0}$ entsprechend, in ähnlichen Verhältnissen hinter den Küstengebirgen zwischen Taltal und Paposo aus. Von beiden Häfen führen Quebradas auf die Pampa.

Ausser diesen 5 Distrikten ist, nach dem Berichte des Dr. W. Krull, noch Salpeter gefunden worden: in der Ebene nördlich von Carmen alto bei der Sierra gorda in ärmeren Lagern, auf dem Küstengebirge von Antofagastá, nördlich von Camerones, bis in die Provinz Arequipá.

Sehr auffallend und vielleicht der Ursprungserklärung dieser gewaltigen Lager dienlich, ist nach dem genannten Autor das Vorkommen von Sodanitratbänken, vorwiegend mit Glaubersalz vereinigt, in Höhen von 3 — 4000 *m* bei Maricunga im Süden von Atacama in den Höhen von Andes, umgeben von lauter vulkanischen Gesteinen.

Die Temperatur der ganzen Wüste ist, analog derselben an der See, auffallend gleich und wird wesentlich durch die Erhebung übers

Meer bedingt. Milde Kühle im Winter und etwas schwüle Tageswärme im Sommer charakterisieren die Seeküste.

Die Rohsalpeterschicht, welche überall durch sandige Gips- und Salzthonkonglomeratbedeckung dem Auge entzogen wird, ist von streifenden Minensuchern wohl zufällig entdeckt und in Tarapacá schon im vorigen Jahrhunderte bekannt gewesen. Das Salz bildet meist Schollen, im Ansehen den Wogen des Meeres vergleichbar. Die Zusammensetzung dieser Salzschollen ist wohl verschieden, doch lässt sich überall eine gewisse Übereinstimmung zwischen Hangendem und Liegendem feststellen. Reiner Salpeter ist sehr selten; demselben am nächsten stehen weisse, faserige, kristallinische Platten, welche in Spalten von den Rändern aus langsam ausgeschieden sein müssen. Sie enthalten Natronnitrat und -chlorid in annäherndem Atomverhältnisse = 3 : 2. Die Analysen ergeben 60—70 % Salpeter, der feinkörnige Caliche, der weisse sowie der gelbe, enthält alle genannten Beimischungen mit 6—8 % Sulfat. An Jodsäure sind besonders gelb gefärbte Caliches reich, auch Kali, Lithium, Chromsäure kommen in ihnen vor. Die gelbe Färbung tritt oft nur oberflächlich auf. Der Durchschnittsgehalt des gewöhnlichen Arbeitsmateriales ist 25—60 %, im Mittel 35—50 % Nitrat, der Salzgehalt kann auf das Doppelte des Salpeters steigen. Sulfate fehlen nie. Jod etwa 0.06—0.10 % [1]).

## 3. Boden- und Erdtemperatur.

**Bodentemperatur-Beobachtungen zu Königsberg.** In Königsberg sind Bodentemperatur-Beobachtungen an 7 Thermometern in 1″, 1′, 2′, 4′, 8′, 16′, 24′ Tiefe regelmässig angestellt worden, und zwar liegen für den Zeitraum von 1873 bis 1886 vollständige Jahresreihen vor. A. Schmidt hat diese Beobachtungsreihe einer erschöpfenden Diskussion unterzogen und gezeigt, was sich daraus wissenschaftlich ableiten lässt [2]). Die Thermometer befinden sich in einem vorzugsweise aus Kieselsäure bestehenden Boden, dessen Wassergehalt je nach den Niederschlägen und dem Grundwasserstande variiert. Abgelesen wurden die Thermometer täglich $7^h$, $14^h$ und $20^h$. Die Beobachtungen von 1879 bis 1886 sind gesondert behandelt, da durch Neubau die Verhältnisse der Umgebung sich änderten, auch konnte das tiefste Thermometer vom Februar 1879 an nicht mehr abgelesen werden, weshalb die Reihe für dieses mit Ende 1878 abbricht. Ein unmittelbar über dem Boden, im Schatten hängendes Thermometer wurde auch während der ganzen Beobachtungszeit abgelesen.

Der kälteste Monat ist für die in 1″ Tiefe gelegene Bodenschicht, also sehr nahe auch für die Oberfläche des Bodens, der Januar, der heisseste ist der Juli. Es scheint eine kleine Verzöge-

---

[1]) Die Natur 1893. p 325—327.

[2]) Schriften d. physik.-ökon. Gesellsch. in Königsberg **32.** p. 97 u. ff.

rung der Extreme gegenüber denen der Lufttemperatur stattzufinden; dieselbe beträgt, soweit sich feststellen lässt, ungefähr 4 Tage. Die ganze jährliche Schwankung erreicht 20°; diejenige der Luft ist um nahezu 1° höher. Die Extreme sind für den Boden ungefähr — 1° und + 19°, für die anstossende Luft — 2.5° und + 18.3°. Die von Luther bearbeiteten, fast 32 Jahre umfassenden Messungen der Luftwärme ergaben als Extreme — 3.5° und + 17.5°. Die Amplitude ist also dieselbe wie diejenige in der untersten Luftschicht, das Minimum wie das Maximum, welche etwas verspätet erscheinen, liegen jedoch um ungefähr 1° tiefer wie in dieser, welche ihrerseits um etwa ebensoviel kälter ist als die Bodenoberfläche. Es geht daraus hervor, dass der Boden fast immer, jedenfalls aber im Durchschnitte des ganzen Jahres, Wärme an die ihn berührende Luft abgiebt.

Bezüglich der Stundenwerte ergiebt sich folgendes: Die im täglichen Mittel zwischen 1½° (im Winter) und ¾° (im Sommer) schwankende Temperaturdifferenz zwischen Luft und Erdboden erscheint zu den einzelnen Stunden nicht unwesentlich geändert. Um $7^h$ schwankt sie stärker; in den Monaten April bis Juni ist sie sogar negativ, d. h. der Boden ist etwas kälter als die Luft; im Winter dagegen ist jener wesentlich wärmer als diese. Um $14^h$ ist die Differenz vorwiegend negativ, und zwar im Sommer bis zu — 2°; positive Werte finden sich nur in den Wintermonaten. Um $20^h$ endlich ist der Boden immer wärmer (um 1° — 1½°). Wenn man die Bedeutung dieser Zahlen für den Wärmeaustausch richtig würdigen will, muss man beachten, dass die Wärmeabgabe des letzteren bei positiver Differenz offenbar viel grösser ist, als seine Wärmeaufnahme bei gleich hoher negativer Differenz. Der thatsächliche Verlust an Wärme, den der Boden erleidet, wird also grösser sein, als der aus den Mittelzahlen folgende.

Die Differenz zwischen den Ablesungen um $7^h$ und $14^h$, welche Differenz etwas kleiner ist als die tägliche Schwankung, geht im Winter unter 1° herab und erreicht im Sommer den Betrag von 6°. Diejenige der Lufttemperatur ist um 1° — 2° grösser, wie sich schon aus den vorhergehenden Angaben ableiten lässt.

Was die Mittelwerte betrifft, so ist anzuführen, dass die Oberflächentemperatur um 1° höher ist als die Temperatur der untersten Luftschicht, ein im Vorhergehenden bereits erwähntes Resultat. Im Boden selbst findet dann eine allmähliche, der Tiefe nahezu proportionale Temperaturzunahme statt. Für die mittlere jährliche Temperatur u in der Tiefe von x Metern ergiebt sich für die Jahre 1873 — 1878 $u = 8.163 + 0.0503\,x$; für 1879 — 1886 $u = 8.165 + 0.0631\,x$ und für die Jahre 1873—1886 $u = 8.164 + 0.0577\,x$. Anomalien, wie sie Wild aus den freilich nur eine kürzere Zeit erfüllenden Beobachtungen zu Katharinenburg und Petersburg erhielt, zeigen sich nicht. Die geothermische Tiefenstufe ergiebt sich aus den Angaben sämtlicher Thermometer zu 17.3 *m*, während bei Weg-

lassung der obersten Schichten die Temperatur erst in 35.8 *m* Tiefe um 1° steigt, eine geothermische Tiefenstufe, welche mit den sonst gefundenen Zahlen befriedigend übereinstimmt. Aus der Tiefenstufe lässt sich die Wärmemenge berechnen, welche die Erde mehr ausstrahlt, als sie erhält. Es ergiebt sich, dass im Laufe eines Tages durch 1 *cm* in beliebiger Tiefe, also z. B. an der Oberfläche, durchschnittlich 0.106 Kalorien nach aussen strömen. Der Wärmeverlust im ganzen Jahre beträgt also 38.8 Wärmeeinheiten auf jedes Quadratzentimeter.

Das niedrigste Monatsmittel in 1" Tiefe während der 14-jährigen Reihe besass der Januar 1876 mit — 6.23°; das wärmste kam dem Juli 1873 mit 20.91° zu. Das kälteste Tagesmittel fiel auf den 25. Dez. 1876 und betrug — 12.02°, während am folgenden Morgen um $7^h$ die tiefste, in 1" Tiefe überhaupt gemessene Temperatur — 13.27° herrschte. 2 Tage früher trat die tiefste Lufttemperatur am Boden mit — 25.48° ein. Hinter diesem Werte bleibt somit das äusserste Minimum der Bodentemperatur noch weit zurück. In 1' Tiefe war das niedrigste Tagesmittel — 6.60° (am 26. Dezember 1876), die tiefste Temperatur — 6.84° (an demselben Tage um $7^h$). In 2' Tiefe sind diese Zahlen — 3.19° (am 11. Januar 1876) und — 3.26° (am Tage vorher um $14^h$). In 4' Tiefe machte sich dieselbe Kälteperiode geltend und führte am 19. Januar 1876 das absolute Minimum 0.64° herbei. Es ist hiernach während der Jahre von 1873 bis 1886 der Frost bis zu einer Tiefe von höchstens 1.2 *m* in den Boden eingedrungen.

Die höchsten Tagesmittel und Stundenwerte waren in 1' Tiefe bezw. 25.53° (am 12. Juli 1873) und 30.84° (am gleichen Tage um $14^h$), in 1' Tiefe 21.83° und 22.63° (am 28. Juli 1873, Maximum um $20^h$), in 2' Tiefe 20.30° und 20.40° (am 16. Juni 1885, Maximum um $7^h$) und endlich in 4' Tiefe 16.81° und 16.91° (am 18. Juli 1885, Maximum um $7^h$).

Sonach ergiebt sich, dass bei den Tagesmitteln die tiefsten Minima beträchtlich weiter unter den normalen Wert sinken, als sich die höchsten Maxima über ihren mittleren Betrag erheben.

**Temperaturmessungen im Bohrloche zu Knurow bei Gleiwitz.** Köbrich hat[1]) hier Messungen angestellt unter Verhältnissen, welche eine etwaige Einwirkung des Spülwassers auf die Thermometerangaben ausschliessen. Die Bohrungen waren im Juni 1891 eingestellt worden, als das Bohrloch 703 *m* Tiefe erreicht hatte. Von diesen gehören die oberen 295.8 *m* dem Diluvium und unteren Tertiär an, der Rest produktiver Steinkohlenformation. Die Verröhrung reichte bis 660 *m* Tiefe hinab; der untere Teil von 43 *m* war frei, ohne Röhren. Nachdem das Bohrloch in seinem unteren Teile auf 25 *m* Höhe mit einem Thonbreie ausgefüllt war, um den Einfluss der Wasserströmungen abzuschneiden, wurde der Mess-

[1]) Zeitschr. f. Berg-, Hütten- u. Salinenwesen 1893. **41.** p. 50.

apparat am 12. Juli 1891 eingeführt, 4 Stunden in 698.72 *m* Tiefe gelassen und dann wieder heraufgeholt; die Beobachtung der 6 Röhrchen des Apparates ergab im Mittel eine Temperatur von 31.33° C.

Hierauf wurde der Apparat noch an demselben Tage genau auf dieselbe Stelle in 698.72 *m* Tiefe zurückgebracht, das Gestänge abgeschraubt und heraufgeholt, der Apparat selbst noch 6 *m* mit Letten bedeckt und fest eingestampft und hiernach das Bohrloch verlassen. Im Juni 1892 wurde die Bohrarbeit wieder aufgenommen und der Messapparat wieder zu Tage gefördert. Die am 21. Juni vorgenommenen Ablesungen der heraufgebrachten 6 Quecksilberröhrchen ergaben im Mittel eine Temperatur von 31.49° C.

Die nach elfmonatlichem Stillstande der Thermometer im Beobachtungsniveau ermittelte Temperatur übertrifft also in der That die nach nur vierstündigem Stillstande ermittelte Wärme um 0.16° C. Indessen ist diese Differenz doch so gering, dass sie kaum mehr als einen der Beobachtungsfehler bedeutet, welche in der Unvollkommenheit der Messinstrumente ihre Begründung haben. Verf. glaubt, dass, wenn man der beim Bohrbetriebe verwendeten Wasserspülung einen Einfluss auf die Beobachtungsergebnisse überhaupt einräumen müsse, man diesen Einfluss ungleich höher geschätzt hat, als der Versuch bei Knurow zeigte.

## 4. Erdmagnetismus.

**Eine eigentümliche Abweichung der Magnetnadel** im Rapakigebiete bei Wiborg wird von A. F. Tigerstedt mitgeteilt [1]). Sie zeigt sich auf einer Zone beim Dorfe Lautala, nahe der Eisenbahnstation Nurmis, und ist nach dem Verf. auf das Vorhandensein von sonst unbekannten Magneteisenlagerstätten zurückzuführen.

**Die angeblichen magnetischen Störungen auf Island.** Auf dem französischen Aviso „la Manche“ sind auf dessen wissenschaftlicher Expediton im Sommer 1892 auch erdmagnetische Beobachtungen auf der Insel Island angestellt worden. Aus diesen ergiebt sich, dass die Störungen, welche man der Bussole in Island und in den arktischen Regionen zuzuschreiben pflegt, auf einer Legende beruhen, ähnlich der, welche Jahrhunderte lang sich erhalten betreffs besonderer Anziehungen des Kap Finisterre (Spanien) und einiger anderer Punkte der Erde. Das einzig Wahre an der Sache ist, dass die Horizontalkomponente und die magnetische Intensität schnell abnehmen, wenn man sich dem Pole nähert, nur lokale Einflüsse erzeugen am Kompasse sehr merkliche Störungen. Die auf dem Lande gemachten Beobachtungen zeigen, dass die ungünstigsten Verhältnisse, besonders in Reykjavik, niemals die Magnet-

[1]) Fennia **5.** Nr. 5.

nadel um mehr als 2°—3° gestört haben; zu Wasser war der Einfluss unbedeutend[1]).

**Die Gleichzeitigkeit magnetischer Störungen an verschiedenen Orten der Erde** ist von W. Ellis untersucht worden[2]). Es ergab sich, dass die Anfangsimpulse, welche den magnetischen Störungen vorausgehen, in demselben Zeitmomente, oder nahezu, auf der ganzen Erde auftreten; ferner dass die Änderung, die zu solchen Zeiten in dem Zustande des Erdmagnetismus auftritt, in allen Fällen im ganzen einen gleichen Charakter besitzt. Eine bestimmte magnetische Wirkung wird plötzlich und gleichzeitig erzeugt, in welcher die Änderungen der magnetischen Elemente, obwohl verschieden an verschiedenen Plätzen, bei verschiedenen Gelegenheiten lokal ähnlich sind und somit einen Typus magnetischer Erscheinungen bilden, welcher sich gewöhnlich in derselben Weise wiederholt und in der Regel eine magnetische Störung oder einen Sturm vorhersagt oder einleitet.

Ferner fand sich, dass in Greenwich die plötzlichen magnetischen Stösse, welche der Störung unmittelbar vorhergehen oder sie beginnen, zeitlich zusammenfallen mit einem jedesmaligen plötzlichen Auftreten eines Erdstromes, welcher um einige Sekunden dem magnetischen Impulse voraus ist und stets dieselbe Beziehung zu den magnetischen Bewegungen hat, indem Zunahme der magnetischen Deklination, der Horizontalkraft und der Vertikalkraft begleitet ist von einem Strome in ein und derselben Richtung, und Abnahme dieser Elemente von einem Strome in entgegengesetzter Richtung. Ein ähnliches zeitliches Zusammenvorkommen zwischen solchen magnetischen Bewegungen und Erdströmen ist voraussichtlich auch für die anderen Orte richtig.

„Wenn," sagt Ellis, „die nahe zeitliche Beziehung, welche somit zwischen der anfänglichen magnetischen und Erdstrombewegung zu Greenwich festgestellt ist, auch allgemein während des Verlaufes eines magnetischen Sturmes gültig ist, so scheint jede Schwierigkeit beseitigt für die Annahme, dass die unregelmässigen Änderungen der magnetischen Deklination und Horizontalkraft durch begleitende Erdströme hervorgebracht sein können. Aber wenn auch die Änderungen der Horizontalkraft während einer magnetischen Störung den Änderungen des Erdstromes nahe folgten, zeigen diejenigen der Inklination nicht dieselbe Beziehung, und die Änderungen der Vertikalkraft müssen noch erklärt werden; ausserdem scheint es nun definitiv festzustehen, dass die tägliche magnetische Schwankung nicht abhängt vom Erdstrome, da die steile Schwingung dieser Kurve (wenn ungestört) begleitet ist von einer verhältnismässigen Ruhe des Erdstromes."

---

[1]) Naturw. Rundschau 1893. Nr. 4 p. 52.
[2]) Proceedings of the Royal Society 1892. **52.** Nr. 316. p. 191.

**Änderungen in der örtlichen Intensität des Gesteinsmagnetismus.** E. Oddone hat [1]) Untersuchungen über die Schwankungen, welche der Magnetismus des Gesteins zeitlich und örtlich erleidet, angestellt. Die Beobachtungen wurden an einer Masse der magnetischen basaltischen Lava angestellt, die auf den Colli Laziali zu Rocca di Papa auf einem isolierten Punkte sich befindet in einer Höhe von 800 *m* über dem Meere, mit freiem Horizonte, und die wenig besucht wird. Sie besitzt einen ausgezeichneten Punkt, der leicht zugänglich ist, und erwies sich aus diesem Grunde für die geplante Untersuchung besonders geeignet. Die Masse taucht aus dem Boden in Gestalt eines Kegels empor, der in der Richtung OW 2 *m* lang und durchnittlich 1 *m* hoch und breit ist. Das Gestein besitzt zwei gesonderte magnetische Zonen, eine intensiv südmagnetische befindet sich am unteren Teile des Kegels und sieht nach Nord, die andere nordmagnetische ist unregelmässig über den unteren Teil im Süden des Gesteins verteilt. Die begrenzte südmagnetische Zone musste zum Gegenstande der Beobachtung gemacht werden. Ihr gegenüber wurde ein Pfeiler aus unmagnetischem Materiale aufgemauert zur Aufstellung des Beobachtungsinstrumentes. Zweck der Untersuchung war, nacheinander an verschiedenen Tagen und in verschiedenen Tagesstunden die magnetische Intensität des Feldes an einem festen Punkte in der Nähe des Felsens zu messen. Verwendet wurde hierzu ein Magnetometer, dessen Schwingungsdauer bestimmt wurde.

Die Messungen wurden in der Zeit vom November 1891 bis Mitte Februar 1892 ausgeführt. Es ergab sich, dass die Dauer der Oszillation und die Deklination in der Nähe des Gesteins mit der Zeit sich bedeutend verändern. Ganz besonders treten 2 Eigentümlichkeiten hervor: 1. Obwohl die Schwingungsdauer und die Deklination verschiedene Maxima und Minima zeigen, lassen sie in den 5 Beobachtungsmonaten eine Tendenz zu wachsen erkennen, und zwar weist die Schwingungsdauer eine Gesamtsteigerung um 2″ auf und die Deklination eine Zunahme um etwa 5°. 2. Die Schwingungsdauer und die Deklination zeigen eine sehr ausgesprochene tägliche Periode, welche in fast allen, wenn auch nicht genau in allen Beobachtungen durch ein Maximum in den ersten Mittagsstunden sich auszeichnet. Im allgemeinen nahm mit dem Wachsen der Horizontalintensität die Deklination zu und umgekehrt; nichtsdestoweniger fand man auch, was die Untersuchung komplizierter macht, einige Male eine vollständige Unabhängigkeit beider Erscheinungen.

Nach Oddone scheint die in den 5 Monaten beobachtete Zunahme, wie auch die tägliche Periode von Änderungen der Richtung und Intensität des Feldes in der Nähe des Gesteins herzurühren. Die eigentliche Ursache ist dunkel, doch ist eine Einwirkung der

[1]) Il nuovo Cimento 1893. [3.] **33.** p. 115.

Temperatur des Gesteins nicht nachweisbar. Verf. meint, dass dieselbe Ursache, welche jetzt das magnetische Feld verändert, ein andermal es erzeugt haben kann, und daher müsse die Entstehungsursache wirklich als eine physikalische anerkannt werden, welche nach dem Erstarren des Gesteins zur Wirkung kam und noch fortfahren kann zu wirken.

**Erdmagnetische Beobachtungen in der Schweiz** hat Dr. J. B. Messerschmitt angestellt[1]). Er bediente sich dazu eines Meyer'schen Gebirgsmagnetometers. Die Beobachtungen geschahen an 13 Punkten, und die Inklination wurde auf allen Stationen gegen 62° gefunden. Als Ausgangspunkt sind die Beobachtungen in Glion genommen. Es zeigen sich deutlich leichte lokale Störungen, z. B. auf dem Napfberge (1320 *m* Höhe), wo die Zunahme des Erdmagnetismus mit der Höhe sehr gut ausgesprochen ist, während er in Bad Gurnigel mit der Höhe abnimmt.

**Über die tägliche Periode des Erdmagnetismus** verbreitet sich J. Liznar[2]). Die regelmässigen Variationen besitzen eine tägliche, 26-tägige, jährliche und säkulare Periode; sie zeigen sich ausserdem abhängig vom Fleckenstande der Sonne, indem in den Jahren, wo die Fleckenhäufigkeit grösser ist, auch die Amplitude der täglichen Periode eine grössere wird. Bei genauer Verfolgung der Störungen findet man, dass auch diese zu bestimmten Tages- und Jahreszeiten häufiger auftreten als zu anderen Zeiten, dass sie auch häufiger und intensiver sind zur Zeit der Fleckenmaxima. Obwohl über die Variationen ein ziemlich umfangreiches Beobachtungsmaterial gesammelt worden ist, sind wir doch nicht in der Lage, uns ein klares Bild über die Verschiedenheit der Variationen nach Raum und Zeit zu bilden, noch weniger aber, jene Ursache anzugeben, welche diese mannigfachen Veränderungen hervorbringt. Die bestbekannte Periode ist die tägliche, obwohl wir auch bei dieser über so manches noch im Unklaren sind. So ist uns bisher ganz unbekannt gewesen, nach welchem Gesetze sich die tägliche Periode in den verschiedenen Breiten ändert, bezw. wie sich diese Periode in verschiedenen Breiten abspielt. Vergleicht man den täglichen Gang der einzelnen erdmagnetischen Elemente in verschiedenen Breiten, so lässt sich eine gesetzmässige Abhängigkeit von der geographischen Breite schwer erkennen, und doch ist diese Erkenntnis höchst notwendig, wenn an eine Erklärung der täglichen Periode gedacht werden soll.

Verf. zeigt nun, anknüpfend an eine frühere Publikation, wie sich für die tägliche Periode der Richtung eine gesetzmässige Abhängigkeit von der geographischen Breite in sehr einfacher Weise erkennen lässt. Er erhielt Kurven für die tägliche Bewegung, welche für die einzelnen Orte sehr voneinander verschieden er-

[1]) 6. Jahresbericht d. Physik. Gesellsch. in Zürich 1892. p. 9 u ff.
[2]) Meteorol. Zeitschr. 1893. p. 369.

scheinen. Doch lässt sich zwischen ihnen eine gewisse Beziehung erkennen. „Die Kurven der in der Nähe der Pole und des Äquators gelegenen Stationen sind mehr nach der Inklinations-, jene der mittleren Breiten mehr nach der Deklinationsrichtung gestreckt. Im Sommer bilden die Kurven eine einfach geschlossene Kurve, nur in Tiflis und Zi-ka-wei treten dieselben in Form von Schleifen auf. Der Flächeninhalt der Kurve ist am grössten für die Polarstation Jan Mayen, wird in Pawlowsk und Parc St. Maur bedeutend kleiner und erreicht in Tiflis und Zi-ka-wei ein Minimum, um dann an den äquatornahen Orten Bombay und Batavia einen sehr bedeutenden Betrag anzunehmen. An den vom Äquator entfernteren Stationen Melbourne und Kap Horn nimmt die Grösse des Flächeninhaltes wieder bedeutend ab. Ob sich die Grösse der täglichen Bewegung mit der Annäherung an den Südpol ebenso ändert, wie dies in arktischen Gegenden aus der Darstellung für Jan Mayen ersichtlich ist, lässt sich wegen Mangel an Beobachtungsmaterial in hohen südlichen Breiten nicht direkt zeigen, ist jedoch höchst wahrscheinlich. Eine zweite auffallende Thatsache bildet der Umstand, dass, mit Ausnahme von Jan Mayen und der dem Äquator nahen Stationen Bombay und Batavia, die im Sommer während der Nachtstunden ausgeführte Bewegung einen nur verhältnismässig kleinen Bruchteil desjenigen Weges bildet, welchen die Nadel im Laufe von 24 Stunden zurücklegt. An den Stationen Bombay und Batavia ist der Unterschied nicht so bedeutend, jedoch immerhin ganz deutlich zu ersehen. In den mittleren Breiten spielt sich demnach die Erscheinung am Tage ab, der Nacht fällt nur eine ganz untergeordnete Rolle zu. Im Winter ist die tägliche Bewegung viel kleiner und unregelmässiger als im Sommer, die Kurven zeigen zu dieser Zeit Formen, welche nicht nur untereinander, sondern auch von jenen des Sommers ganz abweichen. Wenn wir noch die Richtung der Bewegung genau verfolgen, so finden wir, dass sie im Sommer an den Stationen Pawlowsk, Parc St. Maur, Melbourne und Kap Horn im Sinne des Uhrzeigers erfolgt, während dieselbe an der Polarstation Jan Mayen, sowie an den äquatornahen Orten Bombay und Batavia gerade den umgekehrten Sinn hat. Am kompliziertesten ist die Bewegung in Tiflis und Zi-ka-wei, wo, wie früher erwähnt wurde, die Kurven Schleifen bilden, in deren einem Teile die Bewegung im Sinne des Uhrzeigers, im anderen aber im entgegengesetzten Sinne erfolgt. Im Winter ist die Bewegung viel unregelmässiger, und treten fast an allen Stationen Schleifenbildungen auf; es kommt auch vor, dass die Richtung der Bewegung entgegengesetzt gegen jene des Sommers wird, wie dies bei Pawlowsk am schönsten zu sehen ist.

Die hier aus den Beobachtungen von nur wenigen Orten abgeleiteten Resultate genügen selbstverständlich durchaus nicht, um uns ein vollständiges Bild über die Verschiedenheit der täglichen Bewegung in den verschiedenen geographischen Breiten zu geben; denn wir können hieraus nicht ersehen, wie sich der Übergang von

der polaren und äquatorialen Bewegung zu jenen der mittleren Breiten gestaltet, ebenso wie wir über die Gegend mit dem wirklichen Minimum der Bewegung im Unklaren bleiben.

Die Thatsache, dass im Sommer die Bewegung der Magnetnadel in der Nähe des Poles und des Äquators (ob nördlich oder südlich) im selben Sinne, und zwar gegen den Uhrzeiger erfolgt, während sie in mittleren Breiten mit demselben vor sich geht, steht mit der bisherigen Anschauung über die Bewegung der Magnetnadel auf der Nord- und Südhemisphäre im Widerspruche, denn nach dieser soll sich das Nordende der Magnetnadel auf beiden Hemisphären entgegengesetzt bewegen. Diese Thatsache dürfte einen wichtigen Fingerzeig beim Forschen nach der Ursache der täglichen Variation bilden."

Obwohl die Variationen des Erdmagnetismus eine so ausgesprochene Abhängigkeit von der Sonne zeigen, so lässt sich doch durch Rechnung nach den früher aufgestellten Formeln indirekt der Beweis erbringen, dass die beobachteten Variationen nicht durch eine direkte magnetische Wirkung der Sonne zu stande kommen. Wenn eine magnetische Kraft wirksam wäre, die ihren Sitz in der Sonne hat, so müsste die Rechnung für jede Stunde des Tages und für alle Orte der Erdoberfläche die ablenkende Kraft gleich gross ergeben, und ihre Richtung würde stets nach der Sonne weisen.

Verf. zeigt, dass dies nicht der Fall ist, und sonach muss man schliessen, dass die beobachteten täglichen Bewegungen der Magnetnadel nicht durch eine direkte magnetische Wirkung der Sonne verursacht sein können, dass sie vielmehr einer indirekten Wirkung zugeschrieben werden müssen. „Zu dieser Erkenntnis," sagt Liznar, „ist man freilich schon vor Dezennien auf einem ganz anderen Wege gekommen; es hat aber immer Leute gegeben, welche mit den Erscheinungen nur unvollkommen vertraut waren und den Gedanken, die Sonne könnte als Magnet wirken, von neuem verfolgten.

Worin die vorhin erwähnte indirekte Wirkung der Sonne besteht, ist vorläufig unbekannt, doch scheint es mir, dass hierbei der Lufthülle eine wichtige Rolle zugeschrieben werden muss, und dass daher das Kapitel über Erdmagnetismus in einer innigeren Beziehung zur Meteorologie steht, als wir bisher anzunehmen gewohnt waren."

**Die absoluten Werte der Deklination und Horizontalintensität** zu Bombay sind seit 1867 von Ch. Chambers durch wöchentliche Beobachtungen bestimmt worden [1]). Hiernach erreichte die östliche Deklination dort anfangs 1880 ihr Maximum, um wieder abzunehmen. Sie betrug 1890 47° 34′. Chambers findet, dass die Horizontalintensität 1879—1880 ebenfalls im Maximum war, doch ist dies zweifelhaft. Was den jährlichen Gang der östlichen Deklination anbelangt, so ist dieselbe grösser im März, April, Oktober

[1]) Magnet. and meteor. Observ. at the Soc. Obs. Bombay 1890.

und November, kleiner im Mai, Juni, Juli, Dezember, Januar und Februar.

**Die Sonne und die Störungen des Erdmagnetismus.** Bekanntlich ist von verschiedenen Forschern die Hypothese vertreten worden, dass die erdmagnetischen Störungen direkt durch Vorgänge auf der Sonne verursacht würden. Diese Hypothese ist von Lord Kelvin in der letzten Jahresversammlung der Königl. Astronomischen Gesellschaft zu London näher beleuchtet worden, wobei sich ihre Unhaltbarkeit ergiebt.

Der Abstand der Erde von der Sonne, sagt Lord Kelvin, ist 228 mal grösser als der Sonnenhalbmesser, und der Kubus dieser Zahl ist rund 12 Millionen. Wenn daher die Sonne ein kugelförmiger Magnet wäre, und wenn sie dieselbe durchschnittliche Magnetisierungsintensität wie die Erde besässe, so würde, nach dem bekannten Gesetze von der Abnahme der magnetischen Kraft mit der Entfernung, die von der Sonne herrührende magnetische Kraft in der Entfernung der Erde in jeder Richtung nur 1 Zwölfmilliontel der wirklichen Kraft des Erdmagnetismus an irgend einem Punkte der Erdoberfläche in einer entsprechenden Stellung zur magnetischen Axe betragen. Daher muss die Sonne ein Magnet von durchschnittlich ungefähr 12 000-maliger Intensität des Erdmagnets sein, um durch direkte Wirkung, einfach als Magnet, irgend eine Störung des Erdmagnetismus hervorzubringen, die von den Instrumenten unserer magnetischen Observatorien angezeigt werden kann.

„Erwäge ich die Wahrscheinlichkeiten und Möglichkeiten bezüglich der Geschichte der Erde von ihrem Anfang bis zur Jetztzeit, so finde ich es indessen undenkbar, dass der Erdmagnetismus von der Grösse und der Rotation der Erde herrühre. Wenn es wahr ist, dass der Erdmagnetismus eine notwendige Folge der Grösse und der Rotation der Erde ist, so müssen andere Körper, die in diesen Eigenschaften mit der Erde vergleichbar sind und auch in betreff des Materiales und der Temperatur mit der Erde verglichen werden können, nämlich Venus und Mars, auch Magnete sein, die an Stärke mit dem Erdmagnete vergleichbar sind, und sie müssen, ähnlich wie die Erde einen Nordpol und Südpol hat, im Norden und Süden vom Äquator Pole besitzen, da die Richtungen ihrer Rotationen, von der Nordseite der Ekliptik gesehen, dieselben sind wie die der Erde. Es scheint auch wahrscheinlich, dass die Sonne wegen ihrer grossen Masse und ihrer der Umdrehung der Erde gleich gerichteten Rotation ein Magnet ist mit Polen an der Nord- und Südseite ihres Äquators, ähnlich den magnetischen Nord- und Südpolaritäten der Erde. Da die äquatoriale Oberflächengeschwindigkeit der Sonne nahezu vier und ein halb mal so gross ist als die der Erde, scheint es wahrscheinlich, dass das durchschnittliche magnetische Moment der Sonne das der Erde viel bedeutender übertrifft als im Verhältnisse ihrer Masse. Absolut ohne Kenntnis darüber, in welcher Weise kalte, feste, rotierende Körper, wie Erde, Venus, Mars, oder heisse,

flüssige, rotierende Körper, wie die Sonne, den sie rings umgebenden Äther beanspruchen, können wir nicht in Abrede stellen, dass die Sonne möglicherweise ein 1000, oder 10 000 oder 100 000 mal so intensiver Magnet sei als die Erde. Es ist somit nicht widersinnig, zu untersuchen, ob eine Störung des Erdmagnetismus existiere, von der Art, dass sie hervorgebracht sein könnte durch einen konstanten Magnet an dem Orte der Sonne, dessen magnetische Axe mit der Rotationsaxe der Sonne zusammenfällt. Vernachlässigt man zunächst die geringe Neigung des Sonnenäquators, und nimmt man an, dass die Axe genau senkrecht zur Ekliptik steht, so hat man einen sehr einfachen Fall magnetischer Wirkung vor sich, nämlich eine magnetische Kraft senkrecht zur Ekliptik in jedem Teile der Erdbahn, die sich umgekehrt ändert wie der Kubus des Abstandes der Erde von der Sonne. Die Komponenten dieser Kraft parallel und senkrecht zur Erdaxe sind bezw. 0.92 und 0.4 der ganzen Kraft, und von ihnen könnte die erstere nur wahrgenommen werden infolge des wechselnden Abstandes der Erde von der Sonne im Laufe eines Jahres, während die letztere eine tägliche Variation veranlassen würde, wie sie auch beobachtet werden würde, wenn das eine Ende der irdischen Magnetnadel angezogen würde von einem ideellen Sterne, dessen Dekl. $0^{0}$, und dessen Rektasz. $270^{0}$ ist. Um daher die Störungen des Erdmagnetismus zu entdecken, welche von einer direkten Wirkung der Sonne als Magnet herrühren, müssten die photographischen Kurven der drei magnetischen Elemente, welche jedes Observatorium liefert, für die jährliche Periode und eine dem siderischen Tage gleiche Periode analysiert werden. Wir haben so zwei sehr einfache Probleme, von denen jedes leicht gesondert behandelt werden kann.

Angenommen nun, die Antwort, die in beiden Fällen gefunden worden wäre, lautete, die Ursache der Störungen sei eine äussere, so dürfen wir darum allein nicht annehmen, dass diese Ursache eine direkte Wirkung der Sonne als eines Magnets sei. Die Grösse gewisser Störungsglieder, die bei der Analyse gefunden worden, von denen keines durch die direkte Wirkung der Sonne als Magnet erklärt werden kann, beweisen eine relativ grosse Wirkung irgend eines anderen äusseren Einflusses, vielleicht der elektrischen Ströme unserer Atmosphäre. Welches auch die Ursache sein mag für die Halbtages- und höheren Glieder, so wird sie wahrscheinlich auch eine Schwankung in der Sonnentagesperiode zeigen wegen des Temperaturunterschiedes bei Nacht und bei Tage und eine siderische und Jahresperiode wegen des Temperaturunterschiedes zwischen Sommer und Winter.

Selbst wenn wir, was nicht sehr wahrscheinlich scheint, durch die Analyse zu dem Glauben geführt würden, dass die magnetische Kraft der Sonne hier auf der Erde direkt wahrnehmbar sei, sind wir ganz sicher, dass diese stetige Kraft sehr bedeutend geringer ist, als die sich plötzlich ändernde Kraft, welche wir seit der Zeit, da

Edward Sabine (vor 40 Jahren) einen scheinbaren Zusammenhang zwischen Sonnenflecken und erdmagnetischen Stürmen entdeckt hat, fast gedrängt worden sind, irgend einer störenden Ursache auf der Sonnenoberfläche zuzuschreiben.

Als einen der ersten Belege für diesen Glauben möchte ich folgende bemerkenswerten Sätze anführen aus Armstrong's Präsidentenrede auf der British Association zu Newcastle im Jahre 1863:

„Auch die Sympathie, welche zu existieren scheint zwischen Kräften, die in der Sonne wirksam sind, und magnetischen Kräften, welche der Erde angehören, verdient eine Fortsetzung der sorgfältigen Beachtung, welche sie bereits von der British Association erfahren, und solcher Arbeiten, wie sie General Sabine mit soviel Geschick und Erfolg der Aufklärung des Gegenstandes gewidmet hat. Ich möchte hier jene höchst merkwürdige Erscheinung erwähnen, welche von unabhängigen Beobachtern an zwei verschiedenen Orten am 1. September 1859 beobachtet ist. Ein plötzlicher Lichtausbruch, der die Helligkeit der Sonnenoberfläche weit übertraf, wurde beobachtet und bewegte sich wie eine treibende Wolke über einen Teil der Sonnenoberfläche. Derselbe war begleitet von magnetischen Störungen ungewöhnlicher Intensität und vom Auftreten ausserordentlich glänzender Nordlichter. Der identische Moment, in dem die Lichtausströmung beobachtet war, war aufgezeichnet durch eine plötzliche und stark ausgesprochene Ablenkung der selbstregistrierenden Instrumente in Kew. Das gesehene Phänomen war wahrscheinlich nur ein Teil dessen, was wirklich vor sich gegangen, denn der magnetische Sturm, in dessen Mitte es auftrat, hatte vorher angefangen und dauerte nach dem Ereignisse fort. Wenn in solchem Falle eine Vermutung zulässig ist, so könnten wir annehmen, dass dieses merkwürdige Ereignis irgend welchen Zusammenhang habe mit den Mitteln, durch welche die Sonnenwärme erneuert wird. Es ist eine vernünftige Annahme, dass die Sonne zu jener Zeit mehr als die gewöhnliche Zufuhr neuer Energie empfangen hat; und die Theorie, welche die Unterhaltung ihrer Kraft kosmischer Materie zuschreibt, welche in dieselbe mit jener fabelhaften Geschwindigkeit stürzt, welche die Gravitation ihr mitteilen würde, wenn sie sich bis zur wirklichen Berührung mit der Sonne ihr nähert, würde eine Erklärung geben für jenes plötzliche Erscheinen verstärkten Lichtes, in Übereinstimmung mit der Erkenntnis, die wir jetzt erlangt haben, dass aufgehaltene Bewegung durch äquivalente Wärme repräsentiert wird."

Sicherlich war es eine sehr verführerische Hypothese, dass eine grosse Menge meteorischer Substanz, welche plötzlich in die Sonne fällt, die Ursache ist oder eine von den Ursachen jener Störungen, von denen die magnetischen Stürme auf der Erde veranlasst werden. Wir können nämlich, da wir wissen, dass Meteoriten auf die Erde fallen, annehmen, dass viel mehr Meteore auch in die Sonne fallen. Astronomische Gründe haben mich aber schon längst zu dem

Schlusse geführt, dass ihre Menge im Jahre oder im Jahrhunderte oder in 1000 Jahren viel zu klein ist, um die Energie zu liefern, welche von der Sonne in Form von Wärme und Licht ausgegeben wird. Ich stimme vielmehr Helmholtz' Theorie bei, dass die von der Gravitation bei der Zusammenziehung des Sonnenballes geleistete Arbeit die wahre Quelle der Sonnenwärme ist, die gegenwärtig ausgegeben wird, und dass es so gewesen mehrere Hunderttausende oder mehrere Millionen Jahre hindurch. Es ist jedoch wohl möglich, dass der von Armstrong beschriebene Helligkeitsausbruch hergerührt haben mag von ausserordentlich bedeutendem und plötzlichem Auffallen von Meteormasse, sei es nun direkt aus dem ausserplanetaren Raume oder aus der näheren Umgebung der Sonne. Aber es erscheint mir viel wahrscheinlicher, dass er herrührte von einer verstärkten Helligkeit, die über einem weiteren Gebiete der Oberfläche als gewöhnlich hervorgebracht war durch glänzend glühende Masse, die von unten emporstieg, um den Ort von Materie einzunehmen, die von der Oberfläche niedersinkt, weil sie abgekühlt worden in dem regelmässigen Regime der Sonnenstrahlung. Es scheint nämlich sehr unwahrscheinlich, dass Meteore zu irgend einer Zeit in die Sonne in hinreichender Menge hineinfallen, um dynamische Störungen an ihrer Oberfläche hervorzubringen, die überhaupt vergleichbar sind mit den riesigen Stürmen, die faktisch hervorgebracht werden durch heisse Flüssigkeit, welche von unten aufsteigt und sich über die Oberfläche der Sonne ausbreitet.

Nun wollen wir aber einen Augenblick die Arbeit erwägen, welche auf der Sonne geleistet werden muss, um einen magnetischen Sturm auf der Erde zu erregen. Nehmen wir z. B. den magnetischen Sturm vom 25. Juni 1885, von dem Adams die Einzelheiten in einer Abhandlung vom Juni 1891 gegeben. Wir finden an 11 Orten, Petersburg, Stonyhurst, Wilhelmshaven, Utrecht, Kew, Wien, Lissabon, San Fernando, Colaba, Batavia und Melbourne die Horizontalkraft bedeutend vermehrt von $2^h$ bis $2.10^h$ p. m. und an allen diesen Orten wieder sinken von $2.10^h$ bis $3^h$ p. m. mit einigen Schwankungen in der Zwischenzeit. Der Sturm dauerte im ganzen von Mittag bis $8^h$ p. m. In Petersburg, Stonyhurst und Wilhelmshaven war die Horizontalkraft über das Gewöhnliche um resp. 0.000 75, 0.000 88 und 0.000 90 C. G. S. um $2.10^h$ p. m. erhöht und bezw. 0.0007, 0.000 66, 0.000 75 unter dem Mittel um $3^h$. Der Mittelwert für alle 11 Orte war nahezu 0.0005 über den Durchschnitt um $2^h\ 10^m$ und 0.0005 unter demselben um $3^h$. Die photographischen Kurven zeigen Änderungen von etwa ähnlicher Grösse, die sich sehr unregelmässig folgen, aber mit vollkommener Gleichzeitigkeit an den elf verschiedenen Stationen durch die sämtlichen 8 Stunden des Sturmes. Um solche Änderungen, wie diese, durch irgend eine dynamische Thätigkeit in der Sonne oder in ihrer Atmosphäre hervorzubringen, muss das Agens mit etwa 160 Million mal Million mal Million Pferdestärken ($12 \times 10^{35}$ Ergs pro Sekunde)

gearbeitet haben, was etwa 364 mal die gesamten Pferdestärken ($3.3 \times 10^{33}$ Ergs pro Sekunde) der Sonnenstrahlung ist. So muss in diesen 8 Stunden eines nicht sehr starken magnetischen Sturmes ebenso viel Arbeit geleistet worden sein in der Aussendung magnetischer Wellen nach allen Richtungen durch den Raum, als die Sonne wirklich in 4 Monaten ihrer regelmässigen Wärme- und Lichtstrahlung leistet. Dies Resultat ist, wie mir scheint, absolut beweisend gegen die Annahme, dass die erdmagnetischen Stürme von einer magnetischen Wirkung der Sonne herrühren oder von irgend einer Art dynamischer Aktion, die in der Sonne stattfindet, oder dass sie in Verbindung stehen mit Wirbelstürmen in ihrer Atmosphäre oder irgendwo ausserhalb in der Nähe der Sonne.

Es scheint, dass wir auch gezwungen sind, zu schliessen, dass der behauptete Zusammenhang zwischen magnetischen Stürmen und Sonnenflecken kein wirklicher ist, und dass die scheinbare Übereinstimmung zwischen beiden Perioden ein bloss zufälliges Zusammentreffen ist."

## 5. Vulkanismus.

**Die vulkanischen Ereignisse des Jahres 1892.** S. Knüttel hat die von Prof. Fuchs bis zu dessen Tode gelieferten Zusammenstellungen der vulkanischen Ereignisse des Jahres aufgenommen und eine solche Zusammenstellung für das Jahr 1892 geliefert[1]. Er sieht dabei von den Erdbeben ab und beschränkt sich auf die thätigen Vulkane, wobei er bei den weniger bekannten Notizen über deren Lage u. s. w. beifügt. Folgendes ist eine Aufzählung der vulkanischen Ereignisse:

Eruption des Gunung Awu auf Gross-Sangir am 7. Juni 1892. Sie trat abends $6^h\ 10^m$ ohne vorhergehende Warnung ein. Zuerst wurde heisser Schlamm in bedeutender Menge ausgestossen, alle Brunnen und Ströme waren verschlämmt. Der Schlamm entstammte einem See im Krater. Dem Schlammregen folgte Bimsstein- und Aschenregen.

Vulkan Saputang, an der südwestlichen Seite von Celebes, hatte im Februar zwei bedeutende Erdstürze. (?)

Vulkan Pulu Damme ($7^0\ 3'$ südl. Br., $122^0\ 45'$ östl. L.) war anfangs Juni in Thätigkeit.

Vulkan Krakatau stiess im Februar Rauch aus.

Vulkan Kaba auf Sumatra zeigte starke Rauch- und Feuersäule, von unterirdischem Getöse begleitet.

Vulkan Bromo in Ost-Java zeigte seit dem 19. Dezember eine erhöhte Thätigkeit.

Aschenregen zu Lawang auf Java am 30. November. Welcher Vulkan denselben veranlasste, ist zur Zeit nicht zu sagen.

---

[1]) Tschermak's Mineral Mitteil. 1893. **13.** 4. Heft p 265 u. ff.

Neuer Vulkan auf den Philippinen. Wo, ist nicht gesagt, soll im März nach einem heftigen Erdbeben entstanden sein.

Vulkan Tongariro stiess Rauch und Flammen aus. An vielen Stellen der Nordinsel von Neuseeland wurde Erdbeben gespürt.

Submarine Eruption im Kaspischen Meere. Am nördlichen Ufer der Apscheronhalbinsel entstand, offenbar infolge vulkanischer Eruptionen, eine neue Insel von 750 Faden Länge und 50 Faden Breite.

Der Vesuv. Am 11. Januar abends ergoss sich ein Lavastrom gegen das Atrio del Cavallo. Am 17. Februar ist ein Lavastrom ins Atrio geflossen. Am 7. Juni abends Lava in bedeutender Menge ins Atrio. Im September war die Thätigkeit des Vesuv wieder besonders stark.

Der Ätna. Hier wird auf Baltzer's Bericht (s. d.) verwiesen.

Vulkan Pic Paderal in Neu-Mexiko. Im Dezember warf er Lavaströme aus; die ganze Kuppe wurde abgestossen, die Lava dehnte sich über einen Raum von je 1 Meile zu beiden Seiten des Berges aus.

**Die Ätna-Eruption von 1892** schildert A. Baltzer[1]). Es war hiernach eine normale, typische Ätna-Eruption. Es entstanden auf zwei radialen, nahezu von Nord nach Süd verlaufenden Spalten eine Reihe der charakteristischen Adventivkegel; an diesem Apparate spielte sich die Eruption ab. Sie war von bedeutender Intensität, welche in merkwürdiger Weise mehrfach ab- und wieder zunahm; sie dauerte verhältnismässig lange und zeigte endlich bemerkenswerte Einzelheiten des vulkanischen Mechanismus. Die Vorboten waren gering; regelmässige seismische Beobachtungen wurden nicht angestellt, die Eruption kam daher unerwartet (Bucca).

Am 8. Juli 1892, von circa $^1/_2 11^h$ nachts an, begann der Zentralkrater des Ätna heftiger zu arbeiten und produzierte mächtige, von Blitzen durchzuckte und zur Pinie sich gestaltende Dampfmassen mit Asche, Lapilli und Bomben. Später wurden Veränderungen konstatiert, die in einer Kratervergrösserung durch Hinabbrechen des oberen äusseren Randes und in der Erscheinung zweier Mündungen mit Scheidewand bestanden, wo früher nur eine gewesen war (G. Platania und Rudler). Stärkere Thätigkeit des Hauptkraters gilt im allgemeinen als Vorbote seitlicher Eruptionen, die auch nicht lange auf sich warten liessen

Am 9 Juli $^1/_2 2^h$ morgens erfolgte, nachdem schon seit dem 8. Juli, $6^h$ nachmittags, häufige schwächere Erschütterungen vorangegangen waren, ein starker Erdstoss über das Ätnagebiet, der an Häusern u. s. w. Schaden anrichtete.

Am 9. Juli $1^h$ $15^m$ nachmittags entstanden auf der Südseite des Ätna zwischen Montagnola und Mte. Nero, in einer Höhe zwischen 1700 und 1900 *m*, zwei ziemlich Nord-Süd gerichtete Spalten ohne fühlbare Stösse, auf denen sich sodann der vulkanische Prozess in gewohnter Weise abspielte. Zuerst arbeitete die Westspalte: Dämpfe und vulkanische Dejekte liefernd, welch letztere sich zu kleinen Kegeln aufhäuften. Sie scheint schon am 9. selbst ihre Eruption eingestellt zu haben. Von hier aus ging ein kurzer Strom gegen die Casa del Bosco vor, kam aber bald zum

[1]) Neues Jahrbuch für Mineralogie 1893. **1.** S. 75 u. ff.

Stehen. Projektilhöhe bei dieser oder der Ostspalte 500 *m* (1200 *m* bei der Eruption von 1886). Schon am gleichen Tage ging die Hauptthätigkeit auf die Ostspalte über. Reichliche Lavamengen entströmten derselben sofort nach ihrer Bildung (Bucca), unter den heftigsten Paroxysmen fixierte sich eine Anzahl von Eruptionspunkten, um die herum sich aus den Dejekten Kraterkegel bildeten.

Der erste geringe Lavaerguss erfolgte auf der Westspalte, dann auf der ganzen Ostspalte, besonders in deren unterem Teile, wo 2 Kegel sich bildeten. Der Lavaausbruch ging der Kegelbildung zum Teile voraus. Die massenhaft austretende Lava teilte sich alsbald in einen östlichen und westlichen Arm, die im allgemeinen durch eine Linie getrennt sind, welche über Mte. Nero und Mte. Gemmellaro südwärts sich herabzieht Sie haben aber Querverbindungen, so dass Mte. Nero sowohl wie Mte Gemmellaro mit seinen südlichen Vorlagen umflossen erscheinen. Der Westarm bewegte sich in 3 Tagen 3 *km* weit abwärts und besass am 11. Juli bei steilerem Gefälle eine Geschwindigkeit von circa 50 *m* per Stunde. Der Ostarm machte am 12. Juli nur 2 *m* per Stunde und gelangte in der Gegend des Mte. Albano vorläufig zum Stehen, indem er sich daselbst nur noch verbreiterte und verdickte; er hatte bei Mte. Concileo, wo er in eine Vertiefung sich ergoss, eine Dicke von 40 *m* Die Lava nahm im allgemeinen denselben Weg wie der Strom von 1886.

Am 13. Juli und später boten nach G. Platania die Monti Silvestri (so wurden die neuen Kraterberge zu Ehren des verstorbenen Ätnaforschers genannt) das folgende Bild. Krater Nr. I, von etwas unregelmässiger elliptischer Form, produzierte grossartige Aschensäulen und Projektile unter kontinuierlichem Donnerrollen, zeitweilig auch mehr Bomben unter kurzen, heftigen Donnerschlägen. Etwas später wurden unter den Dejekten ungeschmolzene Stücke der Schlotwandung, sowie die höchst eigentümlichen Sandsteinbomben beobachtet, welche übrigens Nr. I nicht allein geliefert hat. Krater Nr. II ist von regelmässig-elliptischer Form, niedriger wie I; die Dampfexplosionen gingen, wie bei I, von mehreren Punkten aus. Aschenausbrüche und in grosse Höhe geschleuderte Projektile erfolgten rascher aufeinander wie bei I. Auch wurde im Verhältnisse zu I mehr Lava als Asche geliefert. Am 17. mittags wurde der Südrand zum Teile zerstört. Nachmittags beobachtete Platania eigentümliche Erscheinungen: Der Krater warf mit auf 12 *km* Entfernung hörbarem Gebrülle dampferfüllte, in der Luft platzende Lavafetzen aus und weissliche, in der Farbe dem Lavarauche ähnliche Dampfballen. Dadurch entstanden Lufterschütterungen, die dem Beobachter Druck auf das Trommelfell verursachten und die Mauern der $^5/_4$ Stunden entfernten Casa del Bosco, sowie die Fenster in Catania und Acireale erzittern liessen. Die Erscheinung erregte aufs neue Panik in der Bevölkerung, weil sie als Erdbeben gedeutet wurde. Nach G. Platania hängt die Erscheinung mit dem zähen und teigartigen Zustande der Lava im Schlunde zusammen.

Zwei neue Krater III und IV sind nun auch sichtbar, aber noch in der Bildung begriffen. IV war am 16. Juli, 8 Tage nach Beginn der Eruption, noch ganz klein III schliesst sich eng an II an, ist gegen Süd geöffnet, liefert unter musketenfeuerartigen Entladungen grosse, glühende Lavafetzen und verhältnismässig weniger Asche

IV entwickelt mächtige Dampfmassen und wirft viel Projektile; der Kegel, dessen Höhe zu 8 *m* beobachtet wird, wächst nach und nach. Anfänglich, d h. vor der Kegelbildung, soll dieser Punkt nur Lava geliefert haben.

Man sieht, jeder Punkt hat, wiewohl sie alle auf derselben Spalte, in einer Reihe und in geringer Entfernung voneinander liegen, eigentümlich gearbeitet. Die Kegelbildung ist im allgemeinen von Nord nach Süd fortgeschritten.

Am 17. Juli beobachteten die Gebrüder Platania auf der Südseite von III und bei IV nebst Dejekten auch Ströme, die bei I und II fehlten.

Im Verlaufe des 17. Juli steigerte sich die Intensität der Eruptionen gegen die Tage vorher. $3^h$ $47^m$ erfolgte ein starker Erdstoss mit nachfolgenden geringeren Erschütterungen.

In der letzten Juliwoche warf nach G. Platania Nr. I mehr Projektile wie früher, im Höhepunkte der Dampf- und Ascheneruption traten elektrische Entladungen auf. Nr. II wurde wieder aktiver und erhob sich stärker auf der Ostseite. wo der herrschende Westwind die Dejekte anhäufte. III und IV waren am 17. Juli noch nicht fertig gebildet.

Am 18. Juli war nach G. Platania der Westarm 7 *km* vom Ursprunge entfernt, der Ostarm 6 *km*. Die Ströme waren im Mittel 10 *m* hoch und an der Front 50 - 70 *m* breit. Stand der Lavaströme am 31. Juli: der Weststrom ist der bedeutendere; sein Ende, nordwestlich der Monti Rossi, ist circa 8 *km* vom Ursprungsorte entfernt und bedroht Nicolosi; der Oststrom hat eine Länge von circa 6 *km*. Jeder hat eine Breite bis zu 1 *km*, dieser ist viel schmäler. Der Nachschub schichtet sich über die früheren Ströme, sie nur verdickend; dies rettet die Dörfer Nicolosi und Borrello.

Aschenregen fanden während der ganzen Zeit unablässig statt, die Asche wurde bis Messina, zur kalabrischen Küste und nach Malta getragen.

Nachdem das paroxystische und strombolianische Stadium bereits überwunden und die Eruption in die solfatarenartige Phase zurückgegangen war, erfolgte plötzlich im August eine Phase erneuter gesteigerter Thätigkeit. Am 9. August entstand eine neue Ausbruchsstelle (2) zwischen I und II, ganz nahe II, die für kurze Zeit enorme Dejekte lieferte. Am 11. August bildete sich 150 *m* nördlich von I in der Fortsetzung der Hauptspalte (nach Bucca) ein neuer Eruptionspunkt (1), da offenbar den Gasen an den benachbarten Stellen der Ausgang verstopft war. Unter starkem Rauche, Asche und Bombenauswürfe, aber, wie auch bei Nr. 2, ohne Lavaergüsse, häufte sich ein neuer Kegel auf, während I, II und III mit ihrer Solfatarenthätigkeit aufhörten oder wohl richtiger teils aufhörten. teils nachliessen, wie wenn sich nun alle Kraft auf den neuen Punkt konzentriert hätte. Nr. IV dagegen soll noch glühende Lavafetzen in fünf Minuten Intervall und gelbe Rauchsäulen geliefert, also strombolianisch gearbeitet haben. Zwischen dem 29. und 31. August beobachtete Platania an Punkt 1 noch grosse und schöne Explosionen, Rauch, Asche und Steine. Punkt IV lieferte in rascher Folge (50 mal per Minute) gelbe Dampfmassen und Lavafetzen mit dem Geräusche einer sich in Bewegung setzenden Lokomotive.

Die Lava floss ruhig auf der Südseite der Kegel aus mehreren Öffnungen aus. Am 27. stand der Westarm bei Mte. Rinazzi (Crupi).

Um diese Zeit verbreitete sich der Ostarm der Lava stark östlich von Mte. Nero, zerstörte nach Bucca und Platania Ende August die Casa dei Cervi und verwüstete den Kastanienwald der Dagala dei Cervi.

Vom September und Oktober hat Verfasser keine Mitteilungen, nur vom 6 September werden von Acireale zwei auf eine kleine Zone sich beschränkende Erdstösse berichtet, die an Landhäusern etwas Schaden verursachten."

Baltzer besuchte Mitte November die Monti Silvestri. Krater 1 arbeitete schwach strombolianisch, hatte inwendig 100 Schritt Durchmesser und war zuerst trichterförmig, dann steil abfallend „Mantelschichtung, sowie nach innen abfallende Kraterschichtung sind bemerkbar; Neigungswinkel des aus lockerer Asche und Lapilli gebildeten Konus 25°. Arbeitet stossweise mit kurzem, dumpfem Windbrausen, produziert bläulichen und weissen Dampf.

Nr. I ist vollständig tot, bildet einen sargförmigen, im kleinen die Gestalt des Tödi zeigenden Rücken; der Krater ist infolge Verrückung der Ausbruchsstelle länglich, durch Querscheidewände gefächert. An diesen Wänden tritt Mantel- und Kraterschichtung hervor. Äussere Neigung des Kegels 33—36°.

Nr. 2 arbeitet solfatarisch, stösst mit ohrenbetäubendem Lärme grauen und weissen Dampf aus. Ein konstantes zischendes und klirrendes Geräusch, gleichzeitig aber ein starker dumpfer, kontinuierlich hörbarer, jedoch zu- und abnehmender Ton dringen aus dem Krater herauf. Der Krater, dessen Thätigkeit zeitweilig intensiver wird, ist flach beckenartig, nur etwa 70′ tief und oben 100 Schritt breit und fällt auf 3 Seiten flach, auf der Ostseite steiler ab. Der untere Teil prangt in den schönsten gelben und grünen Farben, einem Moospolster ähnlich. Mitten darin, aus einer nur $1\frac{1}{2}$ *m* breiten und 2 *m* hohen abgestutzt-kegelförmigen Boccha fährt mit ungeheurer Heftigkeit ein bläulicher Dampf- und Flammenstrahl heraus, der den erwähnten Lärm verursacht und die Luftsäule hoch hinauf erzittern macht. Die Flamme mag von brennendem Schwefel herrühren.

Kraterkegel II, nur durch eine dünne Scheidewand von 2 getrennt, befindet sich im ruhigen, fast geräuschlosen Solfatarenstadium.

Kraterkegel III ist so gut wie tot, bezüglich der äusseren Form, wie I und II, in die Länge gezogen, vollständig verschüttet und in bunten Farben prangend.

IV endlich erhebt sich auf der Südseite von III als hübsch gebildeter Kraterkegel Der Krater (kleiner im Durchmesser wie II) fällt ziemlich steil ab zu einem vertikalen, felsigen Schlunde, aus dem, einer pustenden Lokomotive vergleichbar, rasch hintereinander, aber mit geringem Geräusche, mächtige, hauptsächlich aus Wasserdampf mit wenig $SO_2$ bestehende weisse Dampfballen emporwirbeln: ein Bild ruhiger Solfatarenthätigkeit. Im Grunde sind Flammen sichtbar. Noch am 25. November arbeitete er in gleicher Weise"

Mitte November besuchte Verfasser den Mte. Nerone, um die noch in Bewegung befindlichen Lavaströme der Ostseite bei Nacht zu betrachten.

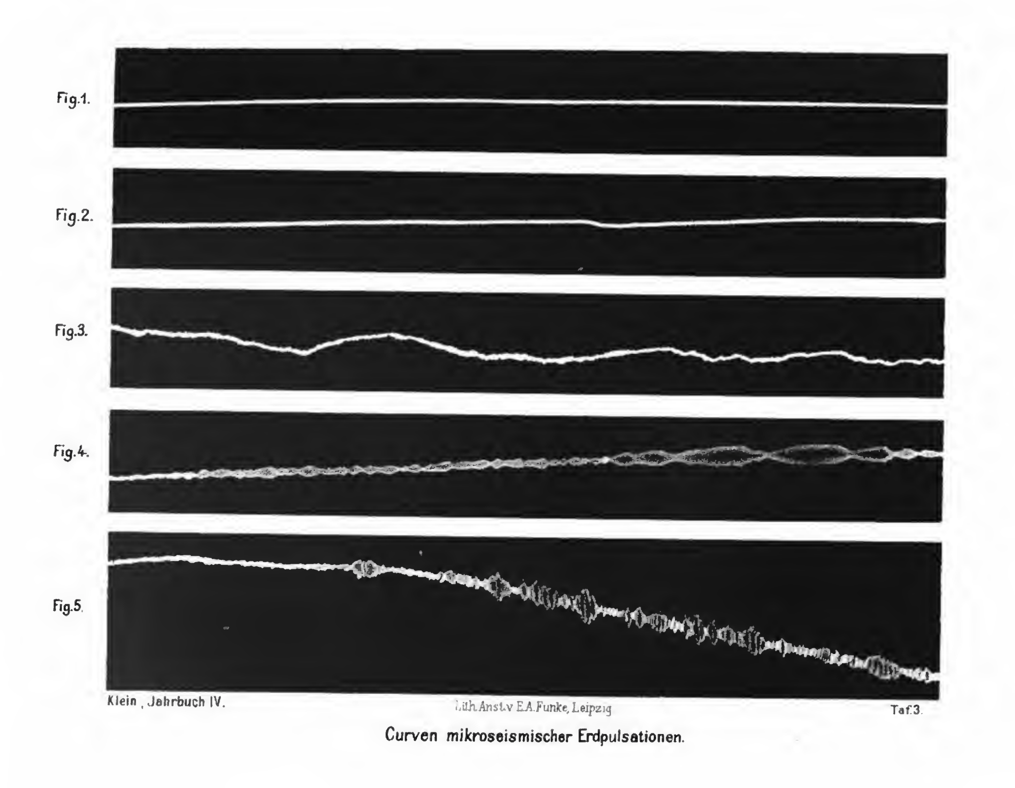
**Laven des Stromboli.** Bis jetzt hat man beim Stromboli nur die Produktion loser Massen gekannt. G. Mercalli stellte dort nunmehr auch den Erguss von Lavaströmen fest[1]).

**Der Kilauea** ist 1891 von Adolf Marcuse besucht worden, hauptsächlich um einige Messungen an dem Krater vorzunehmen[2]).

„Seit 1886 waren keine Aufnahmen der Dimensionen und Erhebungen des thätigen Vulkans erfolgt, und seitdem hatte sich die ganze Figuration so gewaltig verändert, dass die von der Landesvermessung für 1886 ausgestellte Karte fast wie von einem anderen Gebiete herrührend erschien. Von besonderem Interesse waren daher neueste Messungen über Hebungen und Senkungen der kalten und feurigen Lavamassen, da sich aus ihnen ein Schluss über die geologische Zukunft des Vulkans ziehen liess. Zu diesem Zwecke hatte sich Marcuse mit einem besonders guten Höhenbarometer ausgerüstet. Der Abstieg erfolgte mit 2 Führern von der nordöstlichen Seite des Kraterrandes aus, damit der aus Nordost wehende Passatwind die Schwefeldämpfe vor den Besuchern hertreiben konnte. Zunächst geht es einen 480 Fuss tiefen Hügel hinab, der mit üppigster Vegetation bewachsen ist. Dann wird die kalte Lavadecke erreicht, welche sich in erstarrter Form über das ganze, drei englische Meilen breite Becken des Kraters Kilauea erstreckt. Über dieses Lavafeld geht der Weg in südöstlicher Richtung nach

---

[1]) Giorn. min. cryst. petr. 2. p 115.
[2] Verhandlungen d. Ges. f. Erdkunde zu Berlin 1892. p. 504 u. ff.



Klein, Jahrbuch IV.
Lith. Anst. v. E.A. Funke, Leipzig
Taf.3.

Curven mikroseismischer Erdpulsationen.

dem etwa zwei englische Meilen entfernten thätigen Lavasee, Halemaumau, d. h. „Haus des ewigen Feuers“, genannt. Tiefe Spalten, aus denen Schwefeldämpfe emporsteigen, unterbrechen die Lavadecke. Der Weg ist äusserst beschwerlich über Geröll und glatte Lava hinweg. Nach dem thätigen Teile des Vulkans zu, steigt die Lavadecke etwa 220 Fuss an. Nach einem fast einstündigen Marsche über diese durch frühere Eruptionen gebildete Decke, die fast jedes Jahr den Schauplatz neuer Ausbrüche bildet, und deren Niveau sich in den letzten 5 Jahren um etwa 70 Fuss gehoben hat, gelangt man an den Rand des eigentlichen Kraters, der eine schwach elliptische Form zeigt mit einer grossen Axe von etwa 3000 Fuss.

Hier befindet sich der eigentliche Feuersee. Der Anblick, den die feurigen Lavamassen im Inneren des Sees gewährten, spottet jeder Beschreibung. Etwa 280 Fuss unter uns, schreibt der Verf., befand sich ein feurig flüssiger See. Gleich Wellen auf dem Wasser bewegte sich die geschmolzene Lava nach den Ufern zu; dann plötzlich entstand eine gewaltige Strömung nach dem Mittelpunkte, und aus zwei mächtigen Kanälen, welche offenbar mit dem Erdinneren zusammenhingen, schoss die glühende Lava fontänenartig wohl 40—50 Fuss hoch empor. Gleichzeitig spielten zahllose kleinere Feuerfontänen. Man hörte ein Geräusch wie bei der Brandung des Meeres. Die Farbe der glühenden Lava war intensiv rot, die der darüber liegenden Rauch- und Dampfwolken blau. Von Minute zu Minute wechselte das Schauspiel. Auf der uns zugewandten Seite des Feuersees befand sich eine breite Schicht frisch erkalteter Lava, durch deren Spalten man das tief unten glühende Feuer erblickte, deren Betreten jedoch möglich sein musste Es war ein beschwerlicher und gefahrvoller Abstieg, und sofort nach Erreichung des Niveaus der glühenden Lava musste umgekehrt werden, da die Schwefeldämpfe unerträglich wurden. Die Tiefe dieser Fläche in dem Krater wurde zu 280 Fuss festgestellt. Zum oberen Rande des Kraters zurückgekehrt, fanden wir bereits das Dunkel der Nacht hereingebrochen. Noch unendlich viel grossartiger war der Anblick des Feuersees jetzt, als während des Tageslichtes. Die Farbe der glühenden Lava war aus Rot in Goldgelb übergegangen, die Feuerfontänen spritzten höher, und die Oberfläche des Sees stieg und wurde unruhiger. Rötlich stand der Rauch über der Krateröffnung, und in gelblichem Lichte schimmerte durch denselben der Abendstern.

Die in den letzten 5 Jahren vor sich gegangene, ziemlich beträchtliche Erhebung des eigentlichen Kraterrandes oberhalb der flüssigen Lava wurde Marcuse schon vor Ausführung seiner Messungen von den am Vulkane wohnenden Leuten als eine optische Wahrnehmung mitgeteilt.

**Der Kilauea** wurde im Jahre 1892 von Josiah Keep besucht und beobachtet [1]). Er beschreibt den Krater als eine ungeheure Vertiefung von etwa 3 engl. Meilen Länge und 2 engl. Meilen Breite, deren Wände meist steil, obwohl ganz unregelmässig sind, und deren Boden etwa 300 Fuss unter der Oberfläche der Insel an dieser Stelle liegt. Ein zickzackförmiger Weg von 1 engl. Meile Länge führt zwischen Farnen und Büschen hinab zur schwarzen Lava, die jetzt zwar kalt ist, aber sehr vielfache

[1]) Science 10. Februar 1893. Naturw. Rundschau 1893. Nr. 23. p. 298.

Beweise für jüngstverflossene Schmelzung darbietet. Die Oberfläche derselben ist sehr wechselnd, hier nahezu eben, dort in steile Erhöhungen anschwellend, vielleicht mit Höhlen unter denselben, in welche man hineinkriechen oder sogar aufrecht hineingehen kann. Spalten sind sehr häufig. Nachdem Keep etwa 2 engl. Meilen über diesen rauhen Boden gegangen, kam er plötzlich an den Rand einer zweiten Vertiefung im Boden des ersteren, an den „Halem'oum'ou“ der Eingeborenen, welche etwa $^1/_2$ engl. Meile im Durchmesser hatte, und deren Boden etwa 250 Fuss tiefer gelegen war. In der Mitte dieses unteren Bodens sah man den fast runden See geschmolzener Lava, der etwa 1000 Fuss im Durchmesser hatte. Seine Niveaufläche war bedeckt von einer dünnen, grauen Kruste, von welcher oft Teile niedersanken und die glühende Flüssigkeit darunter aufdeckten. Der feurige See war niemals frei von Bewegung, besonders an seinen Rändern, aber die Ausdehnung und Heftigkeit derselben änderten sich beständig. Gelegentlich erhob sich ein flüssiger Hügel wie eine ungeheure Blase und sank dann nieder, während eine Masse dünnen, blauen Rauches sich langsam erhob und wegschwebte, als Zeichen, dass er im verdichteten Zustande zweifellos das hebende Agens gewesen. Die meisten Bewegungen glichen dem lebhaften Kochen eines Wasserkessels über einem hellen Feuer. Glühende Fontänen sprangen und tanzten umher und warfen oft feurige Tropfen bis 50 Fuss hoch, während Lavawellen gegen die Einfassung des Sees wogten mit einem Lärm, ähnlich dem der Meeresbrandung. Zur Nachtzeit, mit einem Opernglase betrachtet, war das Schauspiel über jede Beschreibung schön und grossartig. Das beständige Niederfallen halb abgekühlter Tropfen von Lava um den Rand des Sees, verbunden mit dem Anspülen der Feuerwellen, erhöht die Einfassung, welche im Verhältnisse zur Unruhe des Sees wächst. An der einen Seite des Teiches geschmolzener Lava war ihr höchster Punkt etwa 30 Fuss höher als der Boden, welcher die Basis der Einfassung mit den Wänden der Vertiefung verbindet. In einer Nacht erhob sich die Lava im See und ergoss sich über die Einfassung wie ein feuriger Wasserfall; die Breite dieses Stromes wurde auf 50 Fuss geschätzt. Als der Strom den Boden der Vertiefung erreichte, erstarrte er oben sehr bald, während die tieferen Teile weiterflossen, bis sie die Wände erreichten. Durch solches Überfliessen aus dem See wird die innere Vertiefung allmählich ausgefüllt; in der That hat sich ihr Boden in den letzten Jahren um mehrere 100 Fuss gehoben. In gleichem Schritte hebt sich der See. Am Schlusse seiner Schilderung sagt Keep: „Je mehr ich das Sieden der Lava beobachtete, desto mehr wurde ich überzeugt, dass Wasserdampf nicht das Hauptagens ist, das die Arbeit leistet, obwohl er beteiligt sein mag beim Erregen der gewaltigen, chemischen Aktion — vielleicht einer Zersetzung der Sulfide —, welche, wie ich glaube, die Quelle der Wärme und der Erschütterung ist.“

**Die vulkanischen Herde am Golfe von Neapel** behandelte Otto Lang [1]). Nach ihm kann man den Golf von Neapel sowohl wegen seiner Gestalt als auch wegen seiner Umgebung von Eruptivmassen als eine vulkanische Bildung auffassen. Dabei bleibe natürlich die Frage offen, ob jener dem Orte eines vulkanischen Herdes entspreche und vielleicht selbst einst eine Ausstossöffnung vulkanischer Produkte, etwa gar ein den nächstliegenden Vulkanen gegenüber selbständiger Krater gewesen, oder ob nur die Einsenkung seines Felsbodens, sein „Einsturz“ infolge der nachbarlichen vulkanischen Thätigkeit eingetreten sei. Um darüber zu entscheiden, habe natürlich die geotektonische Untersuchung an Ort und Stelle die wichtigsten Beweismittel zu liefern, was sie ja im allgemeinen auch schon gethan habe, doch müsse man, zur Vermeidung einseitiger Urteilsfällung, auch die örtlichen und stofflichen Verhältnisse der dem Golfe benachbarten Eruptivgesteine und anderen vulkanischen Produkte berücksichtigen, insbesondere deren Beziehungen zum Golfe sowohl als untereinander.

Diesem Zwecke soll die Studie von Lang dienen. Um den Begriff eines vulkanischen Herdes mehr zu präzisieren, stellt er als Vorbemerkung auf, dass je näher unter den mannigfaltigen vulkanischen Produkten eines Landes sich 2 Eruptivmassen stofflich verwandt erweisen, desto wahrscheinlicher ihr Ursprung aus einem ihnen beiden gemeinsamen Herde ist, und umgekehrt desto unwahrscheinlicher, je verschiedenartigeren Bestand sie offenbaren, und dass, wenn sich die Vorkommen von einander stofflich verwandten Eruptivgesteinen in geographische Reihen ordnen, ihr gemeinsamer Herd einem Spaltenraume entspricht, dessen Lage durch jene Reihung bestimmt wird.

Die Frage, ob der neapolitanische Golf vulkanische Produkte enthalte, die vielleicht in ihm entstanden sind und ihm etwa als selbständigen Eruptionspunkt kennzeichnen, wird verneint. Dagegen kommt Verf. zu dem Ergebnisse, dass sich am Golfe von Neapel drei verschiedene vulkanische Spaltenherde erkennen lassen, deren Lage die Ost-, Nord- und Westgrenze des Golfes bestimmen. Da keine Thatsachen die Existenz eines dem Golfe selbst eigentümlichen und selbständigen, also vierten vulkanischen Herdes wahrscheinlich machen, dürfe man wohl annehmen, dass nur das Zusammentreffen jener 3 Spalten an dieser Stelle die Senkung des Golfbodens zur Folge gehabt habe. Dass die Kreuzung der Eruptionsspalten mit einander nicht ganz ohne isolierende Nachwirkung für die zu derselben Spalte gehörigen Abschnitte geblieben sei, darauf deute der Umstand hin, dass an den neueren starken Erschütterungen Ischias die pontinischen Inseln nicht in entsprechendem Masse mitzuleiden hatten.

---

[1]) Zeitschrift d. deutsch. geolog. Gesellsch 1893. **45.** Heft 2. p. 177.

**Die Maare der Eifel** sind rücksichtlich der Art und Weise ihrer Entstehung noch sehr problematische Bildungen. In einer neueren Arbeit, welche in den Annalen der Polytechnischen Schule zu Delft erschien, wird über Versuche im Laboratorium berichtet, die den Zweck hatten, die Vermutung zu prüfen, jene Maare könnten durch Ausblasen unter besonderen Umständen entstanden sein. H. Behrens berichtet über diese Versuche, die nach mehreren Richtungen interessante Resultate ergaben, folgendes [1]).

a. Kontinuierliches Ausblasen von Sand aus einer Öffnung von etwa 1 *cm* gab normale Kraterkegel, deren Höhe und Steilheit durch zeitweiliges Befeuchten mittels eines Zerstäubers um mehr als das Doppelte vermehrt werden konnte, unter gleichzeitiger Verengerung des Trichters.

b. In einer Sandschicht über einer Blasöffnung von 1 *mm* wird ein anfangs sehr enger, später in der oberen Hälfte sich erweiternder Trichter ausgeblasen. In einem Gemenge von Sand mit wenig Trass und Bimssteinpulver werden die leichteren Gemengteile an die Oberfläche getrieben, es entsteht ein weiterer Trichter mit flachem Boden unter zeitweiliger Unterhöhlung und Einsturz, dem gesteigerter Auswurf von gemengtem Materiale folgt. Zuletzt erfolgt gewaltsames Ausblassen, welches die Windöffnung blosslegt.

c. Beimengung von Gesteinsbröckchen und Schilfern (Windöffnung 1.5 *mm*) bewirkt Hebung und Zerklüftung der Oberfläche und exzentrische Auswürfe, ferner Bildung weiter Kessel mit flachem Boden und geringer Aufschüttung des Randes. Öfter hatte der Kessel den 150-fachen Durchmesser der Windöffnung. Als Zwischenstadium ist die Bildung birnförmiger Aushöhlungen anzumerken, deren Einsturz jedesmal heftigen Auswurf gemengten Materials zur Folge hat.

Soweit die angeführte Arbeit. Die Versuche sind inzwischen nach anderen Richtungen fortgesetzt worden.

1. Radiale Zerklüftung und muschelförmige Abschiebungen an Aufschüttungskegeln, infolge von Einsinken. Man sieht diese Erscheinungen sehr gut an massiven Kegeln von Chamottepulver (ca. 1 *mm* Korngrösse). Zuletzt überstäubt man den Kegel mittels eines trichterförmig gefalteten Stückes Drahtgaze, um ihn möglichst glatt zu bekommen. Die radialen Risse entstehen am Gipfel und keilen im unteren Drittel aus. Leichte Erschütterung giebt ihnen grössere Ausdehnung. Rutsche, zwischen 2 Klüften stattfindend, zeigen muschelförmiges Auskeilen. Es handelt sich hier um Verlegung losen Materials von kleineren auf grössere Kreise. Dass in diesen Senkungserscheinungen die Anfänge der Barrancos und der muschelförmigen Schründe an Vulkankegeln zu suchen sind, ist wohl einleuchtend.

2. Die birnförmigen Aushöhlungen der ersten Versuchsreihe (s. oben unter c) regten den Gedanken an, das Eindringen breiiger

---

[1]) **Neues Jahrbuch f. Mineralogie 1893. 1. p. 82.**

Massen in Aufschüttungskegel zu untersuchen. Hierfür wurde dünner Gipsbrei benutzt, dessen Kohäsion und Erhärtungszeit durch Zusatz von Leim in recht weiten Grenzen abgeändert werden kann. Wird derselbe von der Mitte der Basis in einen Kegel von Seesand eingetrieben, so erhält man einen zentralen Zapfen, von weniger schnell erhärtendem Gipsbrei, der mit kurzen Pausen eingetrieben wird, ein birnförmiges Gebilde, dessen Spitze nach oben gekehrt ist. Hat man statt Sand ein Gemenge wie unter c genommen, so überwiegt zunächst die Ausbreitung längs der Basis, darauf erheben sich knollenförmige Höcker, und von diesen gehen Eruptionskanäle an die Aussenfläche des Kegels. Durch intermittierendes Eintreiben kann man machen, dass die Gipsmasse in den Kanälen zurücksinkt und sie verschliesst, wo dann erneuter Druck andere Kanäle öffnet — in einem Falle bis zu acht nacheinander.

3. Eintreiben von Gipsbrei in lose aufgeschütteten Sand mit horizontaler Oberfläche giebt einen nahezu zylindrischen Zapfen von ansehnlicher Dicke, becherförmig eingedrückt. Wird inmitten der Sandmasse durch leichtes Andrücken eine festere Schicht geschaffen, so erfolgt mehr Ausbreitung seitwärts und abwärts, es entstehen pilzförmige Gebilde, wiederum mit eingedrückter oberer Fläche. Offenbar wird eine ansehnliche Masse von Sand als Ganzes emporgeschoben, die beim Nachlassen des Druckes zurücksinkt, die breiige Masse auseinandertreibt und in querlaufenden Falten staucht. — Anders gestaltet sich der Verlauf, wenn das Eintreiben von Gipsbrei mit Zwischenzeiten von etwa 5 Minuten wiederholt wird. Dann stellt jede halb erhärtete Eintreibung eine Verlängerung des Zufuhrkanals dar; sie wird allerdings in die Breite auseinandergetrieben, aber darüber erhebt sich ein zweiter und über diesem ein dritter Zapfen von abnehmendem Durchmesser und ohne Einbuchtung des Gipfels, der Abnahme des Druckes von oben her entsprechend. Das ganze, plump birnförmige Gebilde erinnert an die in Stockwerken aufgebauten Basaltkuppen des Meerbergs und Hummelsbergs bei Linz. Dieselbe Abänderung des Versuches, auf geschichteten Sand angewendet, liefert sehr komplizierte Gestaltungen, pilzförmig, mit seitlichen und schräg aufwärts gerichteten Apophysen. Die Eindrückung des Gipfels bei der Mehrzahl der unter 3 genannten Gebilde ist nur zum kleineren Teile der Wasserentziehung durch den Sand zuzuschreiben, denn dieselbe Gestaltung wurde mit einer wasserfreien geschmolzenen Masse von Harz und Wachs erhalten, welche überdies die Verlängerung der Stauchfalten zu Apophysen gut erkennen liess. Um ellipsoidische Massen zu erhalten, würde man wahrscheinlich viel langsamer zu Werke gehen müssen, als dies mit den zu Gebote stehenden einfachen Hilfsmitteln thunlich war.

**Die Vulkane Zentralamerikas.** Aus dem Nachlasse K. v. Seebach's ist auf Veranlassung der Kgl. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen durch R. Langenbeck und H. Wagner das, was v. Seebach, im Anschlusse an seine Studien über die Vulkane, zu

einem grösseren Werke über die zentralamerikanischen Vulkane gesammelt hatte, veröffentlicht worden [1]). v. Seebach hat Mittelamerika in der Zeit von Mitte September 1864 bis Ende Juli 1865 besucht. Nach einer in den hinterlassenen Papieren vorgefundenen Zusammenstellung vom August 1865 werden zwischen 10° und 16° nördl. Br. in Zentralamerika 73 Berge als Vulkane angesehen, oder mit Ausscheidung von (16) unsicheren 56. Von diesen erfahren in dem obigen Werke 51 eine nähere Behandlung, 26 von allen sind thätig, 17 hat v. Seebach bestiegen und im ganzen 27 untersucht.

Das Werk selbst giebt die Aufzeichnungen geordnet nach der geographischen Lage der Vulkane. Von mehreren werden Abbildungen der allgemeinen äusseren Gestalt oder landschaftliche Darstellungen vulkanischer Regionen gegeben, endlich 5 Karten nach eigenen Aufnahmen v. Seebach's.

Die Beschreibung beginnt mit den Vulkanen nördlich vom Hochlande von Costarica und hier zuerst mit dem Turialba, dessen Höhe v. Seebach barometrisch zu 3064 *m* bestimmte. Er steht mit dem Irazú auf gemeinsamer Basis und ist ein ausgezeichneter Vulkanrücken. v. Seebach hat ihn am 9. März 1865 während eines über 6 Wochen dauernden Aschenausbruches bestiegen und kam zu der Überzeugung, „dass hier, wie bei fast allen grossen Aschenausbrüchen, die Asche nur das Mehl ist der in dem Eruptionskanale gegen einander geriebenen Gesteinsmassen.“ Aus allen Berichten ergiebt sich, übereinstimmend mit der Kahlheit des Vulkans inmitten des dichtesten Urwaldes, dass der Turialba in den letzten 2 Jahrhunderten zu den mächtigsten Ausbruchsstellen von ganz Zentralamerika gehört hat.

Im Gebiete des grossen Nicaraguasees sind nur 3 Ausbruchsherde als nachgewiesen anzusehen: Ometepec und Madera, sowie der Mombacho. Den ersten sah v. Seebach am 13. Januar 1865. Nachdem er mehrere Tage den Wald durchzogen, endete dieser, und der Reisende stand plötzlich am Ufer der Lagune von Nicaragua. „Ein Traum meiner Kindheit war erfüllt. Gerade gegenüber erhebt sich aus den bläulichen Fluten, die unter der Wucht des Nordostpassates dröhnend auf den Strand zu unseren Füssen aufschlagen, Ometepec, der Zwillingsberg. Die Grossartigkeit dieser plötzlich geöffneten Aussicht ist unbeschreiblich. Man muss die beiden Kegel selbst aus dem See aufragen sehen mit ihrem regelmässigen Abfalle, wie 2 Riesenpyramiden, um die Wolken zu tragen, die von der sinkenden Sonne gerötet auf ihren Gipfeln lagern, um sie zu empfinden! Worte und Zeichnung vermögen den Eindruck nicht wiederzugeben.“

Den Coseguina hat v. Seebach nicht bestiegen; es giebt aber eine auf Originalberichten beruhende, neue, möglichst exakte Beschreibung des gewaltigen Ausbruches desselben im Januar 1835.

---

[1]) Abhandl. d. Kgl. Ges. d. Wissenschaften zu Göttingen **38.**

Diese Eruption begann ohne vorausgegangene Erdstösse am 20. Januar mit einem einfachen Aschenauswurfe. Bei Sonnenaufgang sah man in der Richtung des Coseguina eine weisse Dampfsäule, die mit dem bekannten charakteristischen Brausen ausgestossen wurde. Sie nahm rasch an Höhe und Umfang zu, während zahlreiche Blitze sie durchzuckten. Im Laufe des Vormittags waren Grösse und Umfang dieser Rauchpinie schon so bedeutend geworden, dass sie bald den Horizont erfüllte und die ganze Gegend mit einem Aschenregen bedeckte. Bald wurde es völlig dunkel, und die vulkanische Nacht konnte selbst von den zahlreichen elektrischen Entladungen, die von furchtbaren Donnerschlägen begleitet waren, kaum vorübergehend erhellt werden. „Infolge des Südostwindes wurde die Asche zunächst nach Norden und Westen getrieben, während die nach Süd (Osten) gelegenen Gebiete noch verschont blieben. Der Aschenregen erstreckte sich gegen Abend des 20. Januar bereits weit hinein nach Honduras bis Tegucigalpa und erreichte nach NO Nueva Sogovia, nach W angeblich San Salvador. Gegen Abend folgten wiederum zahlreiche Erderschütterungen, von denen 5 Stösse sich als besonders stark erwiesen. An die Stelle der gröberen sandartigen Asche trat eine äusserst feine staubige.

Die Nacht vom 20. zum 21. Januar dauerte die Eruption in gleicher Furchtbarkeit, mit den häufigen Blitzen und schrecklichen Donnerschlägen fort. Am Morgen des 21. hatte es sich in Nacaome und S. Miquel ein wenig aufgehellt, so dass man zuweilen die matte gelbe Scheibe der Sonne zu erkennen vermochte, nur in dem unglücklichen La Union dauerte die Finsternis fort. Häufige Erdbeben und Retumbos erschütterten den Boden, und um 3 Uhr nachmittags erfolgte ein heftiger Erdstoss, der, in Leon, Realejo, S. Miquel fühlbar, in La Union so stark war, dass er mehrere der eben in einer Bussprozession um Gnade flehenden Einwohner umwarf.

Im Laufe dieses Tages erreichte der Aschenregen, der am 20. nachmittags von da aus erst bei Süd- und dann bei Nordwind wie eine Regenwolke erschienen war, selbst die Stadt (la nueva) Guatemala, die infolgedessen „wie im Schatten“ lag.

Am Morgen des 22. Januar hellte es sich endlich ein wenig in La Union auf, so dass man wenigstens ohne Lichter und Fackeln in den Strassen gehen konnte, dagegen hatte sich nicht nur Nacaome wieder mehr verfinstert, sondern es fing der Aschenregen an, infolge der veränderten Windrichtung oder vielleicht bloss der eingetretenen Windstille, nun auch nach Südost über Chinandega bis Realejo und Leon sich auszubreiten und die ganze Gegend zu beschatten. Da indessen keine stärkeren Erdbeben mehr sich fühlbar machten, so hoffte und glaubte man allgemein, der Ausbruch neige sich seinem Ende zu.

Doch mit Unrecht! Erst in der Nacht vom 22. zum 23. erreichte die Eruption das Maximum ihrer Intensität Nachdem bis dahin die Nacht ohne neue Störung verflossen war, bemerkte man

erst um Mitternacht eine Zunahme des vulkanischen Getöses. Darauf erfolgte gegen 1 Uhr ein furchtbarer Erdstoss, begleitet von unterirdischen Detonationen von unglaublicher Stärke und mehreren schwächeren Erschütterungen. Gleichzeitig steigerte sich auch wieder der Aschenauswurf, begleitet von den heftigsten elektrischen Entladungen. Es gehört dieser Paroxysmus zu den gewaltigsten, welche die Geschichte des Vulkanismus auf unserer Erde verzeichnet hat. Von Costarica bis Dolores de Petén und bis in die Altos von Guatemala, auf einem Radius von 250 Seemeilen — das ist der Abstand vom Vesuv bis Pisa oder von Berlin bis Mainz — machte sich der Stoss noch als ein starkes Erbeben der Erde fühlbar, während die furchtbaren ihn begleitenden Detonationen sich noch viel weiter erstreckten. Sie wurden nach NW vernommen in Merida und bis Oajaca, in 600 Seemeilen Abstand.

„Am 23. Januar war schon um 9 Uhr vormittags Chinandeja wieder in absolute Finsternis gehüllt, ebenso um 10 Uhr La Union und etwa gleichzeitig auch Nacaome. Jetzt traten für alle Umwohner die schrecklichsten Momente ein, und die Zeugen können kaum Worte genug finden, um dieselben zu schildern. Die Nacht war so finster, dass selbst bei Fackelschein Personen, die sich beinahe berühren konnten, einander nicht erkannten und kaum sahen. Der Aschenfall war so dicht, dass man kaum noch zu atmen vermochte, überall herrschte Schrecken und Entsetzen. Auch Leon war schon um 11 Uhr verdunkelt, kurz nach Mittag Granada und gegen 3 Uhr Nandaima, ja bis zu dem 140 Seemeilen, also etwa so weit wie Göttingen von Berlin entfernten Rives soll sich die Finsternis erstreckt haben.

Der Staat San Salvador war zum grössten Teile verdunkelt; auch in Guatemala nahm der Aschenregen wieder zu und schob seine Grenzen weiter nach Westen vor; die ganzen Altos wurden von ihm überzogen; Sololá und Quezaltenango, Totonicapan und Gueguetenango wurden von ihm heimgesucht, und in S. Marcos war er am Morgen des 24. noch so stark, dass man an einen Ausbruch des nachbarlichen Vulkanes von Quezaltenango glaubte. Selbst jenseits der Grenzen von Guatemala zu Tapaschuda in Soconusca (330 Seemeilen) und zu Socoltenango in Chiapas fiel noch Asche; 355 Seemeilen vom Coseguina entfernt, soweit wie vom Vesuv bis nach Klagenfurt oder von Berlin bis nach Zürich.

Von diesem gewaltigen Paroxysmus rührte auch der Aschenfall her, den man an der Nordküste von Jamaica bemerkte und anfänglich dem Ausbruche eines Vulkans auf den Kleinen Antillen zuzuschreiben geneigt war. Er verhüllte hier am 24. Januar zwischen 2 und 4 Uhr in St. Anas die Sonne und hatte am Morgen des 25. die Umgebung von St. Marys und Port Antonio mit seinem vulkanischen Staube bedeckt. Port Antonio ist vom Coseguina etwa 730 Seemeilen, noch etwas weiter wie Berlin vom Vesuv, entfernt, doppelt so weit als Socoltenango absteht, der entfernteste Punkt,

von welchem der Aschenfall auf dem zentralamerikanischen Kontinente berichtet wird. Man hat daher bekanntlich gleich bei der ersten Kunde dieses Aschenfalles auf Jamaica denselben nicht mehr der direkten Wirkung einer geradezu ins Abenteuerliche gesteigerten Wurfkraft des Vulkanes zuschreiben mögen, sondern einem Transporte durch den herrschenden Wind, wobei derselbe alsdann bei dem bekanntlich im Winter über die ganze Karibensee brausenden Nordostpassate für den oberen rückkehrenden Äquatorialstrom einen noch besseren Beweis liefert als die Asche, welche bei dem Ausbruche des Morne Gaoou am 1. Mai 1812 auf Barbadoes fiel.

Mit diesem furchtbaren Paroxysmus scheint sich die vulkanische Thätigkeit erschöpft zu haben; denn sie begann nun rasch zu ebben. Schon gegen 3 Uhr nachmittags begann es bei Realejo so weit aufzudämmern, wie in einer finsteren Mondnacht, und am Abende des 23. Januar vermochte der kräftige Nordwind die Gegend von Leon aufzuhellen, so dass die geängstigten Bewohner wieder die untergehende Sonne zu erkennen vermochten. Am Morgen des 24. gegen 5 Uhr fing es endlich auch in dem unglücklichen La Union an, sich aufzuklären, und man konnte den Mond und selbst einige Sterne erkennen. Bis zum 27. dauerte dann der Aschenregen, verbunden mit häufigem Erbeben des Bodens, wenn auch in schwächeren Graden, noch fort. Noch am 27. war zu Guatemala die Atmosphäre wieder dicht mit vulkanischem Staube beladen, und erst am 30. Januar war sie wieder vollkommen klar und rein. Furchtbare wolkenbruchartige Regengüsse folgten in der unmittelbaren Nähe des Vulkanes dem Aschenausbruche. Am 9. Februar war der Vulkan selbst noch in dicke Wolken gehüllt, und am 15. stiess er noch „Feuer und Rauch“ aus und machte die Umgegend noch von Zeit zu Zeit leise erbeben, dann aber liess seine Thätigkeit immer mehr nach, um allmählich ganz zu erlöschen. Die Aschenmenge, die der Vulkan in dieser Eruption auswarf, muss eine ungewöhnlich grosse gewesen sein, doch reichen die Angaben über die Verbreitung und besonders über die Mächtigkeit derselben leider nicht aus zu einer genaueren Berechnung. Bei der Hacienda Coseguina sollen die Asche und Rapillen 3 *m* hoch gefallen sein, und die Ausgrabungen Sir Edw. Belcher's bei Monypenny point, welche in 4½ Fuss die ehemalige Oberfläche noch nicht erreichten, beweisen, dass dieselben sich auch hier in bedeutender Mächtigkeit abgelagert hatten. In La Union fiel die Asche 12 *cm* hoch, und zu Nacaome lag sie überall wenigstens 5 *cm* hoch, erreichte aber stellenweise die Mächtigkeit von fast 0.5 *m*. In der Fonsecabai waren zwei kleine, etwa 150 und 650 *m* lange Inselchen und mehrere Untiefen aufgeschüttet worden. Nach Südosten hin war der Aschenfall, wie auch nach allen Berichten über die Eruption schon zu erwarten war, ein geringerer, denn schon auf der Hacienda S. Antonio bei Realejo betrug derselbe nur etwa 2 *cm*. Kein Lavastrom scheint den mächtigen Aschenausbruch begleitet zu haben.“

Der Vulkan Izalco, der 1769 entstanden und seitdem fast ununterbrochen mehr oder weniger thätig gewesen ist, konnte durch v. Seebach, da gerade eine Ruhepause eingetreten war, bestiegen werden. Der Krater ist kein einfacher, kreisförmiger, sondern wird von drei kleinen Becken gebildet. „Das mittlere Becken hat etwa 60 *m* im Durchmesser und fällt so steil nach innen ab, dass man, ohne die grösste Wahrscheinlichkeit, in den in seiner Mitte gelegenen Eruptionskanal zu stürzen, nicht in dasselbe hinabsteigen kann. Dieser Schlund ist etwa 30′ breit, seine Wände erscheinen, wahrscheinlich durch einen Überzug zusammenhängender Lavamasse, völlig kompakt wie eine grosse Felsmasse, von braungrauer Farbe. Diese Esse erschien damals völlig erloschen, auch nicht eine Spur von Dämpfen stieg aus ihr auf. Die Wände des umgebenden Beckens bestehen aus Asche und Rapillen, die zum Teile an ihrer Oberfläche zusammengekittet sind. Ich wälzte einen ziemlich grossen Lavablock auf den Kraterrand und liess ihn in den gewaltigen Schornstein hinabstürzen. Obgleich man ihn lange fallen und anschlagen hörte, so war trotz der vollkommenen Stille ein endliches Auffallen nicht zu vernehmen. Ebensowenig gelang dies mit zwei anderen Blöcken, mit denen dies Experiment wiederholt wurde.“

Unter den Vulkanen des südlichen Guatemala, deren v. Seebach speziell gedenkt, muss hier der Agua erwähnt werden, der schönste von allen. Seine Höhe ist wiederholt trigonometrisch und barometrisch gemessen worden, doch schwanken die zuverlässigen Angaben noch immer zwischen 3150 und 4000 *m*. Er ist oft bestiegen worden. Am berühmtesten wurde der Vulkan durch den einzigen geschichtlich bekannten Ausbruch von 1541, der die Stadt Guatemala zerstörte. Das Ereignis hat ihm den Namen „Wasservulkan“ eingetragen, doch ist man über die Natur dieser Katastrophe noch durchaus nicht einig. Humboldt glaubte an die plötzliche Eröffnung unterirdischer Wasserbecken oder den Ausbruch eines Kratersees, Moritz Wagner an einen Schlammausbruch, Dollfus und Montserrat meinen, dass durch ein Erdbeben die Kraterwände geborsten seien, und das im Kraterbecken aufgestaute Regenwasser ausgebrochen wäre. Nach sorgsamer Prüfung der Quellen kommt v. Seebach zu folgendem Ergebnisse:

„Das Jahr 1541 war in Guatemala ein ungewöhnlich nasses und regenreiches gewesen. Im September aber begann am Nachmittage des 8. ein ununterbrochener Regen, verbunden mit heftigem Sturme, und nach dem einen mit sehr starkem, nach dem Juan de Alvarado zuzuschreibenden Berichte mit nur mässigem Niederfalle von Wasser, der bis Sonntag Mittag andauerte. Während dieses Regens, am Sonnabend den 10. September, etwa 2 Stunden nach Eintritt der Dunkelheit, brach die Katastrophe herein. Jählings stürzte sich unter schrecklichem Tosen ein gewaltiger Strom von Schlamm und Wasser, untermischt mit Gerölle, Felsblöcken und Bäumen, den Berg herab in die unglückliche Stadt. Über zwei

Klafter mächtig ergoss er sich, und obschon der Schlamm so zähe war, dass D. Francisco de la Cueva, der bis zum Gürtel in ihn eingesunken, sich kaum mehr zu bewegen vermochte, floss er doch (anfänglich) mit so reissender Geschwindigkeit, dass er mit einem übergetretenen Bergstrome verglichen wird, ungeheuere Massen bewegte und ganze Häuser mit sich fortriss.

Felsblöcke, so gross „wie 10 Ochsen", führte er mit sich wie Schneckenhäuser auf dem Wasser; sie liegen noch da, ein Wahrzeichen des furchtbaren Naturereignisses. Die Verheerungen in der Stadt und unter den unglücklichen Einwohnern sind für unseren Zweck von geringerer Bedeutung. So kann ich die einzelnen Unglücksfälle übergehen.

Während dieser Strom Ciudad Vieja verwüstete, fand aber gleichzeitig weiter östlich in reichlicher Entfernung von „3 tiras de balista" von der Stadt ein zweiter ganz ähnlicher Erguss statt, der den ersteren an Furchtbarkeit und Gewalt sogar noch übertraf.

Bei diesen Berichten wird wohl niemand an die Mitwirkung einer vulkanischen Thätigkeit, noch auch selbst an „durch Erdbeben geöffnete unterirdische Gewölbe" in dem Vulkane denken mögen. Die letzteren vermag ich nach meinen ganzen Ansichten über den inneren Bau der Vulkane, wenigstens in hinreichender Grösse, mir so wie so nicht vorzustellen. Nur das regenreiche Jahr und der „temporal" sind die Ursachen des Ereignisses. Dasselbe ist aber nicht durch den Durchbruch des in dem Kraterbecken aufgestauten Regenwassers erzeugt worden. Die geringe Grösse des Kraterbeckens, das, wie ich nicht bezweifele, schon damals durch die Spalte und den Barranco im NNO entwässert wurde, ist als Beweis hierfür, wie erwähnt, schon von Moritz Wagner gewiss mit Recht hervorgehoben worden. Entscheidend ist aber die Beschreibung von der Beschaffenheit des Schlammes, der die Stadt überflutete. Ein solcher zäher dicker Gesteinsbrei konnte selbst in den Aschen und Rapillen durch einen nur vorübergehend und mit grosser Geschwindigkeit herabströmenden Bergstrom nicht erzeugt werden, derselbe setzt vielmehr eine lang andauernde und innige Mischung mit dem Wasser voraus, welches die ungewöhnlich starken Sommerregen nur allzu reichlich geliefert hatten. Mit dem Hinzutreten von diesem waren aber auch alle Bedingungen erfüllt, welche, wie A. Baltzer in seiner interessanten Arbeit über die Bergstürze in den Alpen hervorhebt, erforderlich sind, damit ein Bergrutsch, und zwar die einfachste Form eines solchen, zu stande kommt. Indem die äusseren der mantelförmig ziemlich steil abfallenden vulkanischen Sande und Rapillen mit Wasser stark sich durchtränkten, wurden sie aufgelockert, ihr Gewicht vermehrt, und sie glitten, unterstützt durch die gleichzeitig verminderte Reibung, auf der festen Basis irgend eines alten Lavastromes in die Tiefe.

Die gran tormenta „vom 10. September 1541, von welcher der kleinere westliche Arm die alte Stadt Guatemala zerstörte, ist ein-

fach ein Bergrutsch, wie solche auch sonst in Zentralamerika nicht eben selten sind und dem Reisenden als „derumbos“ gezeigt werden.“

Den Gegensatz zum Agua bildet in der Benennung der Fuego, „der Feuerspeier“, wegen seiner andauernden Thätigkeit zur Zeit der Conquista. v. Seebach hat zuerst ausgesprochen, dass die Gruppe des Vulkans de Fuego, wie fast alle zusammengesetzten Vulkane Zentralamerikas, fast rechtwinkelig auf der grossen zentralamerikanischen Vulkanreihe auf einer Querspalte stehe und aus vier, von selbständigen Eruptionszentren aufgeschütteten Kegeln bestehe, von denen der dem Meere zunächst gelegene südlichste, der jüngste und heute allein noch thätige sei.

Der Kegel des Fuego mit dem aktiven Krater erhebt sich zu 4000 *m* und fällt, ausser im Norden, sehr regelmässig in die Tiefe. Sein Fuss allein ist mit Wald bedeckt, seine Abhänge sind aber schon sehr weit unten kahl und bestehen aus grauen Rapillen und Aschen, die fast geradlinig abfallend, mit einer Böschung von 30° rund sich aufgeschüttet haben. Der Gipfel des Fuegopiks besteht aber wiederum aus grösseren Lavablöcken.

**Die Vulkane Äquatorialafrikas in ihrer Beziehung zu den grossen Bruchspalten dieses Erdteiles** bespricht Dr. Hans Meyer[1]). Im Anschlusse an die Auffassungen von Suess schildert er Afrika als zwischen dem Atlantischen und Indischen Ozeane durch drei ungeheure Brüche gespalten, die von Süd nach Nord und einander fast parallel verlaufen und in der äquatorialen Zone vulkanische Bergbildungen von solcher Mächtigkeit hervorgebracht haben, wie sie im Tropengürtel nur noch der Erdteil Südamerika aufzuweisen hat.

Die grösste dieser 3 Spalten liegt im Osten Afrikas, die zweitgrösste auch noch in der Osthälfte, aber weiter nach der Mitte hin, und die kleinste im Westen, grossenteils sogar im Meere nahe der Westküste.

Die grosse Ostspalte beginnt im Süden augenscheinlich bei 6° südl. Br. und $34^3/_4$° östl. L. westlich vom Usagarabergland im Hochplateau von Ugogo, geht von dort nordwärts zum Manyarasee und erstreckt sich dann in grösster Mächtigkeit und Deutlichkeit am Kilimandscharo und Kenia vorbei bis zur Senkung des Rudolf- und Stefaniesees, von wo aus sie nordwärts am Ostrande Abessiniens entlang genau zu verfolgen ist bis zum Roten Meere. Über Afrika hinaus reicht sie durchs Rote Meer und das Tote Meer bis an das taurische Kettengebirge in 36° nördl. Br.

Die Zentralspalte beginnt im Süden bei etwa 17° südl. Br. und 35° östl. L., wo sie das obere Thal des Shireflusses bildet, bettet dann den Nyassasee in ihre Senkung, gewinnt aber erst nach der Abzweigung vom Nyassasee ihre grösste Entwickelung. Vom Nord-Nyassa wendet sie sich mehr westwärts, sammelt die Gewässer des

[1]) Deutsche geogr. Blätter **16.** Heft 2. p. 105.

Tanganikasees in ihren Tiefen, läuft dann im Thale des Rusizi vom Nord-Tanganika nordwärts zum Mfumbirogebirge, zum Albert-Edward- und Albertsee und folgt dem Laufe des weissen Nil bis in die Gegend von Dufile; darüber hinaus scheint sie sich nicht zu erstrecken.

Die Westspalte lässt durch die Lage der vulkanischen Inseln im Golfe von Guinea erraten, dass sie bei der Insel Anno Bon beginnt und sich über São Thomé, Principe und Fernando Póo zum Kamerunpik erstreckt, von wo aus ihr Verlauf nur auf einer kurzen Strecke bekannt ist; möglicherweise ist er weiterhin durch Adamaua zum Tsadsee gerichtet. Alle 3 Bruchspalten sind von Vulkanreihen besetzt, und zwar hat die Westspalte im Kamerunpik, die Zentralspalte in der Mfumbirogruppe, die Ostspalte im Kilimandscharo ihre mächtigsten Eruptionsherde.

Die grossen Vulkane dieser drei afrikanischen Bruchspalten liegen sämtlich in der heissen Zone. Der Kamerunpik (4200 *m*) im Westbruche steht auf $4^1/_4{}^0$ nördl. Br., im Zentralgraben der Mfumbiro (4000 *m*) auf $1^1/_4{}^0$ südl. Br. und der Gordon Bennett- und Mackinnonpik (4600 *m*) auf $^1/_2{}^0$ nördl. Br., in der Ostspalte der Elgon (4300 *m*) auf $1^0$ nördl. Br., Kenia (5600 *m*) auf $^1/_4{}^0$ südl. Br., Meru (4400 *m*) und Kilimandscharo (6010 *m*) auf $3^1/_4{}^0$ südl. Br. Hat, fragt Dr. Meyer, diese Gruppierung der grössten Vulkane um den Äquator, die doch ein Zeichen dafür ist, dass hier die jüngeren Bruchspalten am weitesten und tiefsten sind, nun ihren Grund darin, dass hier am Äquator, wo die Erdrotation grösser ist als in den nördlichen und südlicheren Teilen der Brüche, auch die Zentrifugalkraft, welche ja die ganze Erde am Äquator angeschwellt und an den Polen abgeplattet hat, stärkere Spannungen der Erdrinde und tiefere Risse der Erdkruste verursacht hat, aus welchen dann grössere Lavaergüsse aufsteigen konnten als aus den vom Äquator abgelegenen weniger tief eingerissenen Bruchstrecken?

Jedenfalls ist die äquatoriale Lage eine gemeinsame Eigenschaft der grossen afrikanischen Vulkane, eine Eigenschaft, die aber auch das etwa 5000 *m* hohe nicht vulkanische Runsorogebirge am östlichen Ngesi mit ihnen teilt, welches gerade hierdurch mit beweist, dass die Gewalt der Spannung, der Bruch- und Faltenbildung in der äquatorialen Zone am stärksten gewesen ist.

Aus jedem der 3 Brüche beschreibt Dr. Meyer den grössten Berg in seinen Hauptzügen. Der Kamerunpik, dessen höchste Spitze gewöhnlich zu 3960 *m*, von Preuss aber zu 4200 *m* angegeben wird, ist bis zu 1000 *m* Höhe buschbewachsen und grösstenteils von Kulturen bedeckt. Von 1000 *m* ab beginnt die Urwaldzone und reicht bis 2200 *m*; sie besteht erst aus Buschwald, dann aus hochstämmigem, lichtem und weiterhin aus dichtem Walde, in dem aber von 1750 *m* an wieder Lichtungen auftreten. Über die geschlossene Waldgrenze bei 2200 *m* reicht der Baumwuchs in einzelnen Ausläufern bis 2700 *m*, im übrigen ziehen sich grasige Hügel und Gesträuch von der oberen Waldgrenze bis zu 2800 *m* hinauf, wo dann ein grasiges Hochplateau ausgedehnt ist. Von ihm aus betritt man bei 3000 *m* am Fusse des Hauptpiks Fako oder Mongo ma Loba die ersten Aschen-

felder, aber einzelne Gräser reichen bis zur Spitze bei 4200 *m*. Die letztere liegt auf dem Rande des alten Kraters („Victoria“), der im Süden niedriger als im Norden und im Nordwesten ganz eingestürzt ist. Eine Kuppenreihe reicht bis zum kleineren Pik Etinde (mit dem Krater „Albert“) hinüber. Da der Berg wegen unzureichender Höhe überhaupt keinen ewigen, sondern nur temporären Schnee hat, so hat er natürlich auch keine permanente Schneegrenze.

In der Zentralspalte ist der Runsoro bisher nur von Stairs eine geringe Strecke weit und von Stuhlmann bis etwa 3800 *m* bestiegen worden. Während Stairs und Stanley viel von den Kraterformen des Gebirges fabeln, hat Stuhlmann, wie erwähnt, dargethan, dass es ein aus Glimmerschiefer und Diabas zusammengesetztes Faltengebirge ist, das aus mindestens vier grossen nordwest-südostlaufenden Hauptfalten besteht und in den höheren Partien etwa 35—40 *km*. mit den Vorbergen etwa 80 *km* lang ist. Während nach Osten das Gebirge allmählich zum Plateau von Nkole-Unyoro abdacht, fällt es im Westen steil zum zentralen Graben hinunter. Die Höhe des Runsoro dürfte 5000 *m* (Stairs 5100 *m*) noch ein wenig übersteigen. Mit dieser bedeutenden Höhe steht der Runsoro unter den Faltengebirgen Afrikas einzig da, denn in dem alten Erdteile ist im übrigen die Abtragung der alten Faltengebirge schon so weit vorgeschritten, dass nur noch ganz wenige von ihnen bis über 4500 *m* (Abessinien) hinausreichen. Also zeigt der Runsoro als Faltengebirge auch schon durch seine Höhe sein junges Alter an.

Bis zu 2000 *m* reicht (nach Stuhlmann) ungefähr das buschbewachsene Kulturland; dann beginnt die Urwaldzone, die sich etwa bis 3700 *m* erstreckt. Sie besteht anfangs aus reinem, tropischem Laubwalde, geht aber bei 2100 *m* in Bambusbestände über und wird bei 2300 *m* zu einem Ericaceenwalde, dessen Boden ein wirkliches Hochmoor mit Sphagnummoos, weiter oben mit viel Senecio Johnstoni und Lobelien (Rhynchopetalum) ist. Oberhalb der Waldgrenze wächst sehr wenig Gras, dagegen erstreckt sich Strauchgestrüpp von Ericinella und Helichrysen bis an die Schneegrenze, die bei etwa 4500 *m* liegen dürfte.

Der ewige Schnee erscheint von unten an den Rändern und Brüchen dunkel und hell geschichtet, was teilweise auf eine Vereisung mit Bänderstruktur, wie am Kilimandscharo, schliessen lässt Entsprechend den Haupterhebungen der 4 Falten hat das Gebirge überhaupt nur vier grössere Schneefelder, in anbetracht ihrer Lage aber wahrscheinlich keine Gletscher, da es auf den gestreckten Kämmen des jungen Gebirges keine so günstige Firnreservoirs giebt wie in den Kratermulden des Kenia und Kilimandscharo.

Den Kenia in der Ostspalte hat uns die Expedition Teleki 1888 erst näher kennen gelehrt. Da das Terrain seiner Unterlage nach Osten abfällt, so liegt sein Ostfuss in etwa 1000 *m*, sein Westfuss dagegen in etwa 2000 *m* Höhe; die Ostseite fällt langsam, die Westseite aber relativ steil ab. Die Urwaldzone, unterhalb deren der Berg von Busch umlagert ist, beginnt bei 2000 und reicht als hoher Laub- und Koniferenwald bis 2500 *m*. Zwischen 2500 *m* und 3050 *m* breitet sich eine Zone von dichtem Bambus aus, über welcher bis zu 3200 *m* lichte Koniferenbestände das Waldgebiet abschliessen. Von 3200 *m* bis 4500 *m* hinauf reichen Grasfluren und moosige Hochmoore, und während bei 4000 *m* Ende Oktober schon Neuschnee anzutreffen ist, liegt die Grenze des ewigen Schnees bei 4500 *m*. Der Firn ist dort bereits fest vereist, und grössere Eis- und Schneemassen füllen auch teilweise als Gletscher den Grund des 3000 *m* weiten und 200 *m* tiefen Kraterkessels aus, aus dessen Westseite bei 4700 *m* durch eine grosse Caldera die Schmelzwasser abfliessen. Auf dem Nordwestrande des Kraterzirkus hebt sich als Rest des ursprünglichen Kegels die höchste Keniaspitze, aus 2 Zacken bestehend, zu 5600 *m* empor.

Der Kilimandscharo, der aus einem tieferen Durchschnittsniveau der Hochebene (1000 *m*) aufsteigt als der Kenia (1500 *m*) und der Runsoro

(1700 *m*), ist auf der Südseite zwischen 900 und 1900 *m* buschbewachsen und von Kulturen bezogen. Die Urwaldzone reicht von 1900—3000 *m* und ist bis zu 2700 *m* hinauf hoher dichter Laubwald, in den letzten 300 *m* hochstämmiger Koniferenwald mit vorwiegenden Baum-Eriken. In einzelnen Zungen reicht der Baumwuchs bis zu 3200 *m*. Von der Grenze des geschlossenen Waldes (3000 *m*) bis 3900 *m* dehnen sich Grasfluren aus, und über diesen reicht Staudenflora mit Helichrysen, Gnaphalien u. a. bis an die Schneegrenze. Ewigen Schnee trägt nur der domförmige, jüngere und höhere Westgipfel Kibo, wogegen der ältere, steile, zerrissene und aus sehr porösen Laven bestehende Ostgipfel Mawensi keine dauernde Schneebedeckung halten kann. Am Kibo liegt die Schneegrenze im Süden und Westen etwa 1500 *m* tiefer als im Norden und Osten, und zwar dort bei 4000 *m*, hier bei durchschnittlich 5670 *m*; im Mittel beträgt also die Schneegrenzenhöhe 4835 *m*. Der Firn ist durchweg fest vereist und legt sich als ein bis 80 *m* dicker Eismantel rings um den Oberteil des Vulkankegels. Auch den 2000 *m* weiten und 200 *m* tiefen Kraterkessel füllt das Eis, das schöne Schichtung zeigt und stellenweise oberflächlich in nieve-penitente-Formen zersetzt ist, zum Teile aus. Hängegletscher, die durch ihre eigene Schwere abrutschen, hat der Kibo zahlreiche, aber einen durch drängendes Nachwachsen sich fortschiebenden Gletscher erster Ordnung hat er nur im Südwesten, wo das Eis des Kraterreservoirs durch eine grosse Caldera austritt und in einem tiefen Barranco bis zu 3800 *m* Bergeshöhe hinabströmt. Die 6010 *m* hohe Spitze des Kibo steht auf der Südseite des Kraterrandes. Parasitische Kegel hat der Kilimandscharo an seinen Hängen und seinem Fusse in grosser Zahl, der Kenia nur sehr wenige.

Ein Vergleich der wichtigsten Charakterzüge der gesamten 4 Gebirgsstöcke untereinander ergiebt folgendes Gemeinsame: Die Urwaldzone liegt auf dem Kamerunpik (der am meeresnächsten und feuchtesten ist) in 1000—2200 *m*, auf Runsoro in 2000—3700 *m*, auf Kenia (unter derselben Breite wie Runsoro) in 2000—3200 *m*, auf Kilimandscharo (Südhälfte) in 1900—3000 *m* Höhe. Die Baumgrenze liegt auf dem Kamerunpik bei 2700 *m*, Runsoro 3700 *m*, Kenia 3500 *m*, Kilimandscharo 3200 *m*; die Schneegrenze auf Kamerunpik bei 0 *m* (zu niedrig), auf Runsoro ungefähr bei 4500 *m*, Kenia bei 4500 *m*, Kilimandscharo bei 4835 *m*. Gletscher hat nur der Kilimandscharo in grösserer Ausdehnung, und an ihm reichen sie bis zu 3800 *m* herab. Eine genaue Kurve der Firngrenze kann ich aus eigener Erfahrung nur vom Kibo geben, wo sie folgendermassen verläuft: Süden 4000, Südwesten 3800 (Gletscher), Westen 4200, Nordwesten 5650, Norden 5700, Nordosten 5750, Osten 5700, Südosten 5350 *m*.

Diese Schneegrenzangaben gewinnen aber erhöhtes Interesse, wenn wir damit die korrespondierenden Verhältnisse auf einigen unter den nämlichen Breiten stehenden Vulkanen Südamerikas in Vergleich ziehen. In Ecuador liegt auf dem Antisana die untere Schneegrenze im Südwesten bei 4618 *m*, im Nordwesten bei 4784 *m*, auf dem Sincholagua bei 4577 *m* (Nord), auf dem Quilindaña bei 4364 *m* (Nord), auf dem Cotopaxi im Norden bei 4762, im Osten bei 4512, im Süden bei 4629, im Westen bei 4627, eine Gletscherzunge im Osten bei 4230 *m*. Auf dem Tunguragua liegt die untere Schneegrenze im Nordwesten bei 4600, im Süden bei 4272 *m*, auf dem Iliniza bei 4653 *m* (über Cuturuchu), auf dem Carihuairazo im Süden bei 4675, im Osten bei 4386, im Norden bei 4500 *m*, auf dem Chimborazo im Norden bei 5039 (loma de Llamacorral), im Nordweste bei 4862 (hondon de Llamacorral), im Süden bei 5052 (Nuñuloma), im Südosten bei 4743 (Gletscher), im Osten bei 4550 *m* (Gletscher). In Columbien liegt auf dem Pan de Azucar die untere Schneegrenze im Westen bei 4501, im Süden bei 4519, im Osten bei 4424 *m*, auf dem Cumbal im Osten bei 4547, im Nordosten bei 4451 *m* (Gletscher), auf dem Chiles im Osten bei 4583, im Süden bei 4535, im Norden bei 4468 (Gletscher), im Süden bei 4413 *m* (Gletscher), auf dem Hondon im Westen bei 4651, im Osten bei 4379 *m* (Gletscher).

Wir sehen also, die äquatorialafrikanischen Schneeberge gliedern sich den übrigen äquatorialen Schneebergen bezüglich ihrer unteren Schneegrenzen ganz gleichartig ein, die auf ihnen in ihrer Gesamtheit etwas über 4500 *m* hoch im Mittel gelegen ist.“

**Der Geysirdistrikt von Rotorua** auf Neuseeland ist durch C. Malfroy besucht und beschrieben worden[1]). Der Beobachter hörte von den Anwohnern, dass die Geysire bei südlichen Winden unthätig, bei nördlichen dagegen sehr aktiv seien. Da nun dort bei südlichem Winde das Barometer meist hoch, bei nördlichem tief steht, so kam Malfroy auf den Gedanken, durch Verminderung des Druckes eine gewöhnliche heisse Quelle in einen Geysir zu verwandeln. Zu diesem Versuche wurde die Puia-Therme gewählt, die niemals Ausbrüche gezeigt hat. Man leitete durch einen Graben etwa 60 *cm* Wasserhöhe ab, worauf sofort eine Eruption von 9 bis 12 *cm* Höhe bei den Thermen eintrat. In der berühmten Geysirspalte von Whakarewarewa, wo 7 Geysire sind, die sich aber gegenseitig beeinflussen, so dass, wenn einer thätig ist, sein Nachbar ruht, wurde ebenfalls durch Ablassen des Wassers die Thätigkeit verändert. An einer anderen Stelle, dem sogen. Sanatorium, wurden 3 Geysire künstlich hergestellt durch Fassen der Thermen in 3 Röhren. Die Dampfentwickelung findet nach Malfroy nicht, wie Bunsen annahm, in der Steigröhre statt, sondern in einem unter derselben befindlichen Hohlraume.

**Das Geysirphänomen.** A. Andreae beschreibt[2]) die verschiedenen Apparate zur Nachahmung der Geysirerscheinungen und verbreitet sich dabei über die Geysire überhaupt. „Es ist,“ sagt er, „wohl mit Recht eine verbreitete Ansicht, dass kein Geysir, geologisch gesprochen, eine lange Dauer seiner Thätigkeit besitzt, Geysirgebiete sowohl wie die einzelnen Geysire sind ebenso und wohl noch in viel höherem Grade geologisch ephemere Gebilde, wie Vulkangebiete und Einzelvulkane. Die Geysire sind nur eine mehr oder weniger kurze Phase im Entwickelungsgange gewisser heisser Quellen. Auch giebt es alle möglichen Übergänge zwischen typischen Geysiren und gewöhnlichen kochenden Quellen einerseits, sowie Dampfquellen (steam vents) andererseits. Ein Geysir von geringer Intensität und mit kurzen Intervallen wird zu einem kochenden Sprudel. Ein Geysir, dem reichliche Wasserzufuhr fehlt, kann zur Dampfquelle werden. Zahlreiche andere Ursachen sind ferner denkbar, um einen Geysir zum Erlöschen zu bringen, die Wärmequelle, resp. Dampfzufuhr kann abnehmen, der hydraulische Druck kann durch Wachsen des Geysirrohres zu gross werden, durch fortgesetzte Auslaugung können die unterirdischen Reservoire schliesslich undicht werden u. s. w. Im Yellowstone-Parke finden wir offenbar alle möglichen Stadien

[1]) Transact. New. Zealand Inst. 1891. **24.** p. 579 u. ff.
[2]) Neues Jahrbuch für Mineralogie 1893. **2.** 1. Heft. p 1 u. ff.



Fig. 1.



 Fig. 2. 

**Das grosse Erdbeben**
vom 28. Oktober 1891 in Japan.

von Geysiren im Entstehen und Verfalle, die erforderlichen Bedingungen sind hier gegeben. Die gewaltige, wohl an vielen Stellen über 1000′ dicke Liparitdecke, auf welcher die Geysirbecken liegen, ist zerklüftet und bildet ein Plateau, das fast ringsum von 2000′ bis 4000′ höheren Bergen umgeben ist. Die von den Bergen abfliessenden, unter die Decke geratenden meteorischen Gewässer steigen als Quellen wieder auf den Spalten und Klüften in der Decke empor; denn geradeso wie die gewöhnlichen Quellen sind auch die Geysire von der Menge der atmosphärischen Niederschläge abhängig. Es kann nun die Frage gestellt werden, auf welche Art erfolgt die Erwärmung der Quellwässer, und woher stammt der Dampf? Entweder die grosse Liparitmasse besitzt in ihren tieferen Teilen selbst noch die genügende Temperatur, um den nötigen Dampf aus dem zufliessenden Wasser selbst zu erzeugen, was unwahrscheinlich ist, oder es strömt dieser aus tieferen, abyssischen Lavareservoiren zu, auf welchen sich im Erstarren befindliche, Wasserdampf abgebende Eruptivmassen befinden. Für die letztere Auffassung spricht unter anderem die Anordnung der grossen Geysirbecken auf einer geraden Linie, welche parallel dem Bruchrande der Gallatinberge verläuft, sowie die zahlreichen anderen Erscheinungen vulkanischer Nachwirkung, wie Solfataren und Mofetten. Die aufsteigenden überhitzten Dämpfe mengen sich also mit den meteorischen Quellwässern und erzeugen an die 3500 Thermen in dem Gebiete. Nur etwa der 40. Teil dieser Thermen kann als Geysire bezeichnet werden. Die direkte Bildung, d. h. gewissermassen das erste Debütieren eines Geysirs wird man wohl selten zu beobachten Gelegenheit haben, zumal die meisten Geysire anfangs wohl eine sehr unregelmässige und sporadische Thätigkeit besitzen, bis sich das die Thätigkeit regulierende Geysirrohr und eventuell auch Becken gebildet hat. Von dem Steamboot Vent im Norris-Geysirbecken liegen Nachrichten über seine Bildung vor, welche sich am 11. August 1878 wie es scheint, durch eine heftige Explosion ereignete. Nach den Angaben von Norris hat dieser Geysir eine doppelte Periode und zeigt einerseits kleine Eruptionen alle halbe Stunden und alle 6—7 Tage eine Haupteruption; zeitweilig scheint er dann wiederum ganz inaktiv zu sein. Bei diesem ebensowohl wie bei dem New Geysir hat noch kaum ein Absatz von Kieselsinter stattgefunden; sie bilden gegenüber der grossen Masse der anderen Geysire eine Ausnahme.

Nehmen wir für die normale Bildung eines Geysirs, für den wir nicht das zufällige Vorhandensein eines mehr oder weniger komplizierten Systemes von Röhren und Hohlräumen in der Erde voraussetzen wollen, folgende Art der Entstehung an: Eine reichlich Dampf führende Thermalquelle tritt auf einer in der Natur vorhandenen, vielleicht auch schon oberflächlich durch Verwitterung erweiterten Spalte in dem Liparite zu Tage. Sehr bald wird, namentlich randlich, der Absatz von Kieselsinter, der vorwiegend durch Verdunstung und durch Algenwachstum geschieht, beginnen

und, nach der Mitte der Quelle fortschreitend, eines jener prachtvollen blauen, oft kreisrunden und tief trichterförmigen Wasserbecken bilden. Häufig sind die Ränder dieser Quellen unterhöhlt, da der Absatz des Sinters oberflächlich am schnellsten fortschreitet. Mit der Zeit wird sich dann, wie Bunsen und Tyndall es geschildert haben, ein flacher Kegel aufbauen, in dessen Mitte wird für das aufsteigende heisse Quellwasser ein Kanal, das Geysirrohr, frei bleiben. Ein Geysirbecken wird entstehen bei regelmässigem, randlichem Überfliessen; eine Schornsteinbildung wird eher dann erzeugt werden, wenn das Geysirrohr für gewöhnlich nicht mit Wasser erfüllt ist, und der Absatz mehr bei und gleich nach der Eruption stattfindet, auch wenn die Algenthätigkeit beim Absatze des Sinters sehr überwiegt. Solche Geysire mit grossen Kegeln und Schornsteinen sind wohl meistens sehr alt, und der Great-Fountain-Geysir zeigt uns im unteren Becken gewissermassen ein Übergangsstadium von einem Geysire mit Becken zu einem solchen mit beginnendem Kegel. Peale hat auch auf die meist ungleichseitige Ausbildung der Geysirschornsteine und die eventuelle Beziehung zur Windrichtung hingewiesen. Entsprechend dem Volum der oberflächlich als Sinter abgesetzten und auch der in Lösung fortgeführten Substanzen hat aber unten eine Zersetzung und Fortführung von Gestein stattgefunden, die zur Bildung von Höhlungen und den für die meisten Geysire erforderlichen Reservoiren, resp. Dampfkesseln führen wird. Die grosse Fähigkeit von überhitztem, unter Druck stehendem Wasser, Gesteine zu zersetzen und zu lösen, ist ja bekannt. Die Bildung der Höhlen, resp. erweiterten Klüfte wird aber gerade da stattfinden, wo die überhitzten Dämpfe und die zirkulierenden Quellwässer sich vereinigen. Dies wären die verschiedenen Bedingungen, die zur Bildung von intermittierenden heissen Quellen erforderlich wären.

Zum Schlusse muss noch darauf hingewiesen werden, dass Geysire, wie es scheint, gerade nur da auftreten, wo wir Kieselsinter absetzende Quellen haben; dies ist der Fall im Yellowstonegebiete, dann in Nevada, auf Island, auf Neuseeland und wahrscheinlich in allen Geysirgebieten. Die Kalk absetzenden Quellen der Mammoth-hot-springs im Yellowstonegebiete, ebenso wie vieler anderer Quellgebiete, die ganz ähnliche Kalksinterterrassen besitzen, wie Pambuk-Kalessi bei Smyrna und Hammam Meskoutine bei Constantine, haben keine Geysire. Kalkkegel, welche zuweilen als erloschene Geysirkegel aufgefasst wurden, wie Liberty Cap an den Mammoth-hot-springs, sind wohl niemals Geysire gewesen, denn genau die gleichen, noch als gewöhnliche heisse Quellen thätigen Kalkkegel finden sich bei Hammam Meskoutine. Wahrscheinlich eignen sich die Kalk absetzenden Quellen deshalb nicht zur Bildung von Geysirrohren und Becken, weil der Absatz des Sinters hier einerseits zu schnell und unregelmässig, andererseits auch kaum dicht und fest genug erfolgt."

## 6. Erdbeben.

**Das grosse Erdbeben vom 28. Oktober 1891 in Japan** ist von B. Kotô untersucht worden [1]). Gegen $6^h$ $37^m$ mittlerer Zeit von Tokio erfolgte an jenem Tage der erste Stoss, wodurch Tausende von Menschen ihr Leben verloren und das, was in den Orten Ogaki, Gifu und Kasamatsu nicht unmittelbar vernichtet ward, nachträglich durch ausbrechende Feuersbrünste den Untergang fand.

In der Aluvialebene hauptsächlich in der Umgebung von Nagoja fand Kotó den Boden mit Tausenden von Spalten bedeckt; längs dem Shonai-gawa hatten sich kleine Schlammvulkane, ähnlich den Sandkratern von Achaja in Griechenland gebildet, und bei Biwashima, einer Vorstadt von Nagoja, entstanden auf einer Meile Weges Risse nahe den Flussufern und parallel denselben (Taf. IV, Fig. 2). Die mit Stroh gedeckten Dächer der zahlreich in der Mino-Owari-Ebene liegenden Häuser wurden in grosser Zahl abgeworfen und fielen sonst unbeschädigt auf den Boden, so dass die Fläche aus der Ferne wie mit Sätteln bedeckt erschien. Nordwärts von Nagoja bis Gifu, ein Weg von 20 engl. Meilen Länge, finden sich eine Anzahl von Dörfern, in denen die Häuser reihenweise eines über das andere geschoben wurden, so dass in der ganzen Erstreckung eine enge Gasse entstand zwischen zwei unentwirrbaren Trümmerhaufen (Tafel IV, Fig. 1).

Die Provinzialhauptstadt Gifu wurde grösstenteils umgestürzt und dann durch Feuer vernichtet, Ogaki, 7 Meilen westlich von Gifu, ward völlig dem Erdboden gleich gemacht und ebenfalls durch Feuer verheert. Das gleiche Schicksal erlitt Kasamatsu, am Nordufer des Kisogawa liegend. Noch grössere Konvulsionen ereigneten sich in dem Gebirgsdistrikte im Norden von Mino. Die Mino-Owari-Ebene ist einer der gesegnetsten Distrikte Japans und besitzt eine dichte Bevölkerung (304 Menschen auf den *qkm*); die Verheerungen, welche das Erdbeben anrichtete, waren dementsprechend gewaltig. Die folgende Tabelle zeigt dies im einzelnen:

| Provinz | Getötete | Verwundete | Völlig zerstörte Gebäude | Halb zerstörte Gebäude | Verbrannte Gebäude |
|---|---|---|---|---|---|
| Mino . . . . . . . . | 4 889 | 12 311 | 114 616 | 30 994 | 249 |
| Owari . . . . . . . | 2 357 | 4 877 | 80 428 | 43 885 | 196 |
| Mikawa . . . . . . | 13 | 49 | 1 020 | 1 464 | |
| Echizon . . . . . . | 12 | 98 | 1 080 | 1 188 | |
| Omi . . . . . . . . | 6 | 47 | 153 | 366 | |
| Miya . . . . . . . | 2 | 11 | 233 | 439 | |
| Total . . . . . . . | 7 279 | 17 393 | 197 530 | 78 296 | 445 |

Im eigentlichen epizentrischen Distrikte, der in den Provinzen

[1]) Journal of the College of Science Imp. University Japan **5.** [Pt. 4.] Tokio 1893. p. 295 u. ff.

Mino und Owari und einem Teile der benachbarten Provinzen lag, und den man als Erschütterungsarm 1. Ordnung bezeichnen kann, war die Zerstörung der Gebäude eine fast allgemeine. Die ganze erschütterte Fläche umfasst 243 000 *qkm* oder mehr als $^6/_{10}$ des ganzen japanischen Reiches. Im Monate Oktober 1891 war im allgemeinen die Häufigkeit der Erdstösse in Japan gross, allein das Erdbeben, welches die angegebenen Verwüstungen anrichtete, traf die Bewohner völlig unvorbereitet.

Was die Ursache desselben anbelangt, so bemerkt B. Kotô, dass er schon bei Gelegenheit des Erdbebens am 28. Juli 1889 in der Nähe von Kumamato zu der Überzeugung gekommen sei, dass diese seismische Störung verursacht worden sei durch das Zusammenwirken eines Dislokationsprozesses und einem erfolglosen Anlaufe zu einer Eruption bei dem benachbarten, erloschenen Vulkane Nishiyama. Kotô vermochte 2 Hauptlinien nachzuweisen, längs deren die Erschütterungen und Verwüstungen hauptsächlich stattgefunden hatten, heftige Erdstösse zeigen nach seinen Erfahrungen überhaupt Verwüstungen vorzugsweise in gewissen Linien, bei weniger heftigen lässt sich dies, wahrscheinlich aus äusseren Gründen, nicht nachweisen.

Verwerfungen werden überall in der Erdkruste angetroffen, und die Geologen sowohl als die Bergleute sind damit wohl vertraut, indessen kommen solche in bergigen Gegenden selten im äusseren Relief zur Erscheinung. In weniger gestörten Regionen, z. B. auf dem Plateau des Colorado oder am Ostrande des zentralasiatischen Hochlandes kann man Verwerfungslinien mit grosser Bestimmtheit nachweisen, und die Struktur des Untergrundes ist meist in deutlichem Grade in der Topographie der Gegend wiedergespiegelt. Die meisten Erdbeben in den Alpen und in Zentraleuropa werden linearen tektonischen Bewegungen der festen Erdkruste zugeschrieben, aber niemals hat sich eine entsprechende Verwerfungslinie dort irgendwo gezeigt, von der man behaupten könnte, dass sie zur Zeit eines Erdbebens entstanden wäre und füglich als Ursache der Störung angesehen werden müsste. Ganz anders bei dem in Rede stehenden Erdbeben von 1891 in Japan. Hier konnte man nicht nur thatsächlich einen solchen Bruch an der Oberfläche sehen, sondern auch seine Erstreckung und die Tiefe des Absinkens der Erdoberfläche genau messen. An einem Orte namens Midori im Neo-Thale wurde das flache Thalbett in longitudinaler Richtung gespalten, so dass eine steile Stufe von $5^1/_2$ bis 6 *m* vertikaler Höhe entstand, so dass man, von unten kommend, meinen könnte, vor einem Eisenbahndamme zu stehen; an anderen Stellen, wo die vertikale Erhebung nur 0.3 bis 0.6 *m* beträgt, gleicht das Ganze dem Pfade eines riesigen Maulwurfs oder der Spur einer Pflugschar. Die gesamte Länge dieser Verwerfungslinie beträgt 112 *km* zwischen den Orten Katabira und Fukiri. Gewöhnlich sieht man plötzliche Erhebungen, Vertiefungen oder

seitliche Verschiebungen der Erdoberfläche zur Zeit heftiger Erdbeben mehr als die Folgen wie als Ursache dieses letzteren an. Im gegenwärtigen Falle aber versichert Kotô mit voller Bestimmtheit, dass die Entstehung der grossen Verwerfungslinie das plötzliche Absinken der paläozoischen Schichten, begleitet von einer seitlichen Verschiebung gegen Nordwest im Neo-Thale die wahre Ursache des Erdbebens vom 28. Oktober 1891 war, also eines Erdbebens, das eine Fläche, so gross wie die britischen Inseln, Holland und Dänemark zusammen, erschütterte.

**Erdbeben von Treguayo am 7. Juni 1891.** A. Goiran hat dasselbe zum Gegenstande einer Untersuchung gemacht[1]). Ein sehr heftiger Stoss wurde in einem grossen Teile Süditaliens und der Südalpen verspürt. Auf dem Monte Michetto wurden 3 Kalksteinblöcke von 32 000 *kg* Gewicht $2^1/_2$ *m* weit fortgeschleudert. In Verona standen infolge des Stosses die in der Etch liegenden Mühlen still. Nach Goiran sollen lokale rotatorische Bewegungen stattgefunden haben. Dem Hauptstosse gingen schwache Stösse vorauf, welche bei den Haustieren Aufregung hervorriefen.

**Das Erdbeben von Civita lavinia** am 22. Januar 1892 wurde von M. Baratta geschildert[2]). Es erfolgte $11^1/_2{}^h$ nachts ein Hauptstoss, dem viele schwache Stösse folgten. Das Epizentrum hatte die Form einer Ellipse, die sich von Frascati bis Velletri erstreckte. Leichte Schwingungen des Bodens wurden noch in der Provinz Ancona fühlbar. Nach Baratta ist dieses Erdbeben doch nur eine lokale Erscheinung gewesen, die wahrscheinlich durch Bewegungen auf einer Spalte im Inneren des Monte Arminio hervorgerufen wurde.

**Das Erdbeben vom 26. August 1892** im zentralen Frankreich ist von P. Marty behandelt worden[3]). Er findet, dass damals 2 Stösse stattfanden, der eine $4^h\ 40^m$, der andere $10^h\ 15^m$ vormittags mittl. Pariser Zeit. Die Bewegung war im allgemeinen von S nach N gerichtet. Als Sitz der schütternden Kraft findet Marty die Falte, auf welcher die tertiären Vulkane des zentralen Frankreichs sich erhoben, vielleicht gehe die Thätigkeit sogar von diesen letzteren aus.

**Das grosse Erdbeben auf der Insel Zante 1893** ist von Prof. C. Mitzopulos geschildert worden[4]). Die Insel ist seit alters oft von Erdbeben heimgesucht worden, und kaum vergeht ein Jahr ohne starke oder leichte Stösse. Dem in Rede stehenden Erdbeben gingen Stösse im August bis Dezember 1892, dann am 22—29. Januar 1893 vorher. Die grosse Katastrophe fand am 31. Januar morgens $5^h\ 45^m$ statt.

---

[1]) Rasseg. d. Soc. Geol Italia **1.** fasc. 1—4. 12—15. 156—170.
[2]) Boll Soc. Geol. Italia **9.** p. 36. 1892.
[3]) l'Astronomie 1893. p. 262.
[4]) Petermann's Mitt. 1893. **7.** p. 166.

„Nach dem Berichte von Dr. Curtzolas war der Stoss wellenförmig und kam aus SO, was nach meiner eigenen Untersuchung nicht ganz richtig ist. Manche glaubwürdige und erfahrene Männer versicherten mir, als ich später die Insel besuchte, dass die Erschütterung anfangs wellenförmig, dann vertikal und stärker und am Ende wieder wellenförmig war. Nach dem Seismometer des Herrn Direktors Forster dauerte sie $25^s$ und erschütterte nicht nur die Insel Zante, sondern auch die benachbarten Landschaften Elis (Kyllini, Pyrgos, Katakolon), Achaja (Patras), Mesolongion und Kephallinía. In Athen und Korinth spürte man davon gar nichts.“

Am 1. Februar $2^h$ früh erfolgte ein neuer wellenförmiger Stoss, ebenso am 2. $1^h$ nachmittags. Am 3. hielten die Bodenbewegungen und das unterirdische Getöse an, und auch in dem Monate März wurden zahlreiche Stösse verspürt. Am 17. April erfolgte eine zweite sehr starke Erschütterung, wellenförmig und von unterirdischem Getöse begleitet. Prof. Mitzopulos sagt: „Die Art und die Richtung dieses Erdbebens lassen sich nach meiner Meinung nicht ganz sicher bestimmen. Der Glockenturm von H. Dionýsios ist, wie ich erwähnte, nach SW, und die gegenüberstehende Wand der Kirche nach NO umgestürzt. Man hat hier also eine Richtung von SW nach NO, wie in Keri. Vom Stadttheater sind die SO- und NW-Wände umgefallen. An der Thür der südlichen Seite der Domkirche Hagios Nicolaos waren zwei steinerne Säulen mit der Wand verbunden; diese sind gespalten und nach S gefallen. Im Saale der Stadtbibliothek fielen die Bücher, welche an der südlichen Seite standen, nach N. Auf dem Kirchhofe fand ich eine ganz reine Richtung von O nach W, die auch rotatorische Bewegungen hervorrief. So war z. B. die auf dem Obelisken des Familiengrabes Luntzi stehende Urne, die nicht fest mit der Spitze des Obelisken verbunden war, direkt nach O gefallen. Dieselbe Richtung fand ich auf einem anderen Grabe, welches daneben stand; seine kleine, freistehende Marmorsäule lag ebenfalls nach O. Diejenigen Marmorsäulen aber, die fester an dem Grundsteine hafteten und einige Zeit den wellenförmigen Biegungen des Bodens folgen konnten, stürzten nach W; so ein Marmorkreuz von nur 1 *m* Höhe. Diejenigen Marmorsäulen endlich, die sehr fest durch eine Eisenstange mit der Marmorgrundlage verbunden waren, erlitten eine rotatorische Bewegung, wobei sie um 3—45° gedreht wurden; so z. B. der marmorne Engel, der auf dem stattlichen Mausoleum der Familie Karampini steht. Diese Erscheinung ist nach meiner Meinung ein Beweis, dass, wenigstens auf dem Kirchhofe, die Erdbebenwellen von O nach W gingen.

Aber ausser diesen wellenförmigen Bewegungen beobachtete man in der Stadt auch rein vertikale Stösse; ein glaubwürdiger Herr, der Prof. Maropulo, der mich überall hinführte, erzählte mir, dass er mit seinen Augen bemerkte, wie der Glasschirm seiner Lampe hinaufgeschleudert wurde und dann auf den Boden fiel und zerbrach,

während die Lampe mit dem Zylinder stehen blieb, ohne irgend Schaden zu nehmen.

Die umgestürzten Gebäude der Stadt und des Dorfes Gaïtáni zeigten ein solches Durcheinander, dass man nur auf sehr verwickelte Bewegungen schliessen kann. In einer Strasse von Gaïtáni war der Kirchturm nach N, von den gegenüberstehenden Wänden zweier Häuser aber die eine nach N und die andere nach S gefallen. Im Pfarrhause von Lithakiá war die auf Steinsäulen ruhende östliche Front eingestürzt, die Säulen aber waren stehen geblieben.

Alle diese Erscheinungen nötigen mich, die Wahrnehmung eines Beobachters als richtig zu betrachten, dass das Erdbeben vom 5./17. April wellenförmig anfing, dann vertikal wurde und am Ende wieder in wellenförmige Bewegung überging, wobei Wellen aus verschiedenen Richtungen, von S, SO und S kamen.

An allen Häusern und Kirchen fand ich viele Risse, aber nach so verschiedenen Richtungen, dass ich fast keine davon benutzen konnte. An einigen wenigen Kirchen (Episkopiani, S. Markos), sowie am Pfarrhause von Lithakiá sah ich an den nördlichen oder südlichen Wänden Risse von 45° Neigung. Aber das ist nicht genug, nach bekannten Methoden, die Tiefe des Zentrums zu ermitteln, da wir das Epizentrum, welches sicher auf dem Meeresgrunde zwischen Zante und dem Peloponnes liegt, nicht kennen. Den Stoss vom 5./17. April hat man auch in Patras, Katakolon, Pyrgos, Kylleni, Mesolongion, Kephallinía, Strophades u. s. w. gefühlt, aber die Nachrichten sind so ungenau, dass wir damit zu keinem Resultate kommen können. Wo lag das Epizentrum? Sicher sehr nahe der Küste von Zante und nicht auf einem Punkte, sondern nach meiner Meinung auf einem bogenförmigen Gebiete, welches Zante vom Peloponnes und den Strophades trennt. Als sehr wahrscheinlich kann man annehmen, dass dieser Bogen in einer Entfernung von 15—20 *km* von der Stadt Zante liegt. Wenn also der Emersionswinkel 45° ist, so findet man das Erdbebenzentrum in einer Tiefe von 20 *km*.

Die zerstörende Wirkung beider Erdbeben (vom 19./31. Januar und vom 5./17. April) verbreitete sich über ein und dasselbe Gebiet, nämlich fast über die ganze östliche Hälfte der Insel. Die Grenzlinie zwischen dem erschütterten und nicht erschütterten Gebiete kann man von H. Joannis im N über den Fuss des aus Hippuritenkalk bestehenden Schichtensattels bis nach Megálo Wunó und dann bis nach der westlichen Küste, unweit von Agalás ziehen. Selbst die verheerenden Stösse hat man in Athen nicht gefühlt, was nicht der Fall gewesen wäre, wenn wir empfindliche Seismometer hätten. Ein solches habe ich im vorigen Jahre entworfen und hier konstruieren lassen, doch konnte es wegen der Ungeschicklichkeit des Mechanikers nicht in Anwendung kommen. Wenn wir als richtig annehmen, dass die Stösse, die man in Italien im Januar wahrgenommen hat, aus Zante kamen, so muss ein Areal von 1600 *km* Durchmesser, ungefähr 2 Millionen *qkm*, erschüttert worden sein."

„Es ist keine Frage, dass alle die verheerenden Stösse von Zante und den übrigen Teilen des ionischen Gebietes Dislokationsbeben sind, die längs der grossen Spalte zwischen dem Festlande und den Ionischen Inseln auftreten. Die feste Erdkruste ist hier schräg zur Spalte in grössere oder kleinere Schollen zerstückelt, welche fortwährend durch Kontraktion, Faltung, Zerreissung u. s. w. in Bewegung stehen; und aus diesem Grunde wandern die Erdbebenzentren. So wurden z. B. im Jahre 1846 (14./26. Juni) Messenien, 1867 Kephallinia, 1886 Messenien, 1887 die Strophades heimgesucht. Auch die Scholle, welche das mittlere Senkungsfeld von Zante bildet, und ein Teil des Gebirges (Keri) nehmen an diesen fortgesetzten Dislokationen teil, welche noch auf lange Zeit der schönen Insel gefährlich sein werden."

Prof. A. Philippson tritt mehreren Ausführungen Mitzopulos' entgegen[1]). Er findet, dass die Richtung des zweiten Hauptstosses von SW nach NO ging. Auf Zante selbst fand Dr. Philippson[2]) die Zerstörungen sehr ungleichmässig. Die Dörfer und Häuser, welche auf dem festen Kalkgebirge stehen, sind sämtlich unversehrt geblieben, zerstörend wirkte der Stoss nur auf den lockeren tertiären Ablagerungen und dem Schwemmlande der Ebene. Im Hauptteile der Stadt, welcher meist aus grossen, stark gebauten, mit eisernen Klammern verstärkten Häusern besteht, ist äusserlich nur selten eine Beschädigung wahrzunehmen. Ganz anders dagegen in den Vorstädten, in denen die ärmere Bevölkerung in elenden Häuschen lebt; ferner sind die Stadtteile, welche sich an den Abhängen der Tertiärhügel hinaufziehen, arg mitgenommen. Dort sind ganze Häuserkomplexe in ein Chaos von Schutt verwandelt. Die zusammengestürzten Häuser erwiesen sich dem Beobachter aber fast sämtlich als solche, welche lediglich aus rohen, unbehauenen, mit Thon zusammengeklebten Feldsteinen ohne Anwendung von Kalkmörtel errichtet waren. Dass solche Mauern keinen Widerstand leisten können, ist klar. Nach Dr. Philippson hat man das Zentrum des Erdbebens unter dem Boden des Ionischen Meeres zu suchen; es gehört nach ihm zu den tektonischen Beben und steht mit dem fortdauernden ruckweisen Einsinken des Bodens des tiefen ionischen Meerbeckens in ursächlichem Zusammenhange. Mit vulkanischer Thätigkeit hat dieses Erdbeben nichts zu thun.

**Frankreich und Algerien in seismischer Beziehung.** Montessus de Ballore sucht[3]) einen Zahlenausdruck für die Sismizität einer bestimmten Erdregion zu finden. Nach seiner Ansicht findet ein gewisser Zusammenhang zwischen der Beschaffenheit der Erdoberfläche und den Erdbeben statt, und aus statistischen Aufzeichnungen über die Zahl der stattgehabten Erdbeben können weitere

[1]) Petermann's Mitt. 1893. **9.** p. 215.
[2]) Verhandlungen der Berliner Ges. für Erdkunde 1893. p. 160 u. ff.
[3]) Annales des mines 1892. [9]. **2.** p. 317 u ff

Schlüsse auf den Einfluss des Erdreliefs und der geologischen Beschaffenheit desselben auf die Sismizität gezogen werden. Bezeichnet S die in betracht gezogene Fläche der Erde, n die Zahl der Tage mit Erdbeben in p Jahren, so erhält man $S \cdot \frac{p}{n}$ als Fläche, auf die durchschnittlich ein Erdbebentag entfällt. Der reziproke Wert wird vom Verf. als Mass der Sismizität angenommen. Unter diesen Voraussetzungen findet er aus den ihm zu Gebote stehenden Erdbebenverzeichnissen und unter Zugrundelegung des Quadratkilometers als Flächenmass für die Seealpen die Sismizität 313, für die Pyrenäen 4990, für Savoyen und die Dauphiné 10 716, für das Elsass 13 150, für Korsika 159 036. Hiernach entfällt im Mittel pro Jahr 1 Tag mit Erdbeben in den Seealpen auf je 313 *qkm*, im Elsass erst auf 13 150 *qkm* u. s. w. Der Vorschlag des Verf., die obige Relation als Mass der Sismizität zu benutzen, hat manches für sich, obgleich dabei die Intensität der Erschütterungen nicht berücksichtigt werden kann. Um auf kleinere Zahlen zu kommen, dürfte es sich aber empfehlen, die Quadratmeile als Grundmass der Fläche zu nehmen.

**Eine wahrscheinliche Fernwirkung des japanischen Erdbebens** von Kumamato (am 28. Juli 1889), ist von Dr. v. Rebeur-Paschwitz konstatiert worden[1]). Er bemerkt über die aufgezeichneten Störungen folgendes:

„1. Potsdam. Nach vollkommener Ruhe zwischen $5^h$ und $20^h$ am 27. Juli beginnt um $20^h$ mikroseismische Bewegung, welche am 28. Juli zwischen $15^h$ und $23^h$ ihr Maximum (Amplitude 8 *mm*) erreicht. In den ersten Teil derselben fallen die beiden Störungen, deren durch plötzliches Anwachsen der Schwingungen gekennzeichnete Hauptmomente bei $3.49^h$ und $6.15^h$ M. Z. Gr. liegen. Beiden Störungen gehen kleinere Bewegungen vorher, die sich aber nicht von den gewöhnlichen mikroseismischen unterscheiden und nur 6 — 7 *mm* Amplitude besitzen, während diese bei den Störungen 28 und 21 *mm* beträgt. Der Beginn der 2. Störung ist etwas unbestimmter als der der ersten.

2. Wilhelmshaven. Am 27. Juli $7^h$—$21^h$ sehr ruhig, dann Unruhe, die am 28. Juli bald nach $0^h$ ihr Maximum erreicht (Ampl. 8—9 *mm*), zur Zeit der Störungen schon geringer ist und um $7^h$ wieder verschwindet. Die Momente $3.42^h$ und $6.00^h$ bezeichnen die Zeitpunkte, wo die Kurve infolge stärkerer Schwingungen fast unsichtbar wird. Die Amplitude beider Störungen betrug mindestens 25 *mm*. Die Zeitbestimmungen für Potsdam verdienen grösseres Vertrauen.

Aus vorstehenden Angaben ergeben sich als die wahrscheinlichsten Momente für das Eintreffen der Hauptstörung an einem mittleren Orte (Breite $= + 52.97^0$, Länge $= 10.61^0$ ö. Gr.):

$3.47^h$ und $6.10^h$ M. Z. Greenw.

---

[1]) Astron Nachr. Nr. 3174.

Die Entfernung von Kumamato bis zu diesem Punkte im Bogen grössten Kreises ist 8860 *km*, das Komplement zum Erdumfange also 31 140 *km*. Unter Berücksichtigung der Zeitdifferenz von $9^h$ $19.3^m$ fand der Erdstoss um $3^h$ $28.2^m$ M. Z. Gr. statt, es folgen also die Zeitdifferenzen $67.5^m$ und $225.3^m$, und daraus Fortpflanzungsgeschwindigkeiten von 2.188 und 2.304 *km*. Es ist leicht zu übersehen, dass mit Rücksicht auf die Ungenauigkeit der Zeitbestimmungen ein Wert von etwa 2.3 *km* den Beobachtungen vollkommen Genüge leistet. Derselbe stimmt merkwürdig gut überein mit dem vom Verf. für das japanische Erdbeben am 18. April desselben Jahres gefundenen [1]. Die Entfernung betrug dort 9000 *km*, die Zeitdifferenz $64,3^m$, und die Geschwindigkeit v war 2.334 *km*.

Einige neuere Wahrnehmungen an Niveaus bei Gelegenheit heftiger Erdbebenkatastrophen haben zu grösseren Werten von v (3 *km* und mehr) geführt. Es ist nicht anzunehmen, dass für diese Grösse überhaupt ein konstanter Wert existiert. Denn wenn schon in der nächsten Nähe des Zentrums die einander widersprechendsten Geschwindigkeiten gefunden werden, so mögen auch bei der Fortpflanzung in grössere Entfernung erhebliche Unterschiede sich herausstellen. Es mag auch sein, dass die Erdbeben gewisser Gebiete günstigere Bedingungen für eine weite Fernwirkung darbieten, als andere. Aus demselben Grunde ist vielleicht auch das Eintreffen der 2. Welle von besonderen Umständen im Verlaufe der Erdbewegung abhängig. Bei sehr grossen, stundenlang andauernden Erdbewegungen müssen beide Störungen sich miteinander vermischen.

So heftig das Erdbeben vom 28. Juli war, so wurde doch der in Tokio aufgestellte Seismograph nicht in Bewegung versetzt. Wenn der hier vorausgesetzte Zusammenhang mit den beobachteten Störungen der Wahrheit entspricht, was besonders im Hinblicke auf den älteren ähnlichen Fall wahrscheinlich ist, so beweist dieser Umstand, wie vorzüglich das Horizontalpendel zur Beobachtung von Fernwirkungen geeignet ist.

**Kleine Erderschütterungen** am selbstregistrierenden Horizontalpendel auf der Sternwarte zu Strassburg und Nicolaiew 1892 bespricht Dr. v. Rebeur-Paschwitz [2]. Es ergiebt sich aus den Vergleichungen, dass in vielen Fällen an beiden (im Bogen grössten Kreises 1813 *km* und in gerader Linie 1807 *km* voneinander entfernten) Stationen Erschütterungen beobachtet wurden, die auf die gleiche Ursache bezogen werden können. Viele Störungen dauern stundenlang. „Da selbst die kleinsten unter denselben mit anscheinend unverminderter Intensität sich über Tausende von Kilometern fortpflanzen, so befindet sich in solchen Fällen immer ein grosser Teil der Erdoberfläche im Zustande der Vibration.“

[1]) Nature 1889. **40.** p. 294—295.
[2]) Astron. Nachr. Nr. 3152.

**Mikroseismische Erdpulsationen.** Schon seit Jahren sind den Astronomen gewisse, sehr selten eintretende, eigentümliche Bewegungen der Blasen an den Niveaus ihrer Messinstrumente bekannt. Meist bestanden diese Bewegungen in regelmässigen Oszillationen der Blase von verschiedener Dauer und Amplitude, und es gelang nach gleichzeitigen Nachrichten, die beobachteten Störungen in Verbindung mit entfernten Erdbeben zu bringen, wodurch auch ein gewisses Licht über Form und Art der Fortpflanzung der Erdbebenwellen verbreitet wurde.

Beobachtungen ähnlicher Art haben schon vor vielen Jahrzehnten Argelander, Wagner, Gromadski, Fuss und Romberg gemacht; trotzdem dürften derartige Störungen auch gegenwärtig von den Astronomen als seltene Ereignisse angesehen werden, die wohl vorübergehend eine Arbeit stören können, aber allein vom Standpunkte des Astronomen aus betrachtet, von keinem weiteren Interesse sind.

Mannigfache Erfahrungen, welche in den letzten Jahren bei Gelegenheit der andauernden Beobachtung selbstregistrierender Horizontalpendel gemacht wurden, haben nun mit Evidenz das gar nicht seltene Auftreten ähnlicher Erdbewegungen ergeben, welche zwar meist geringfügig sind, aber doch zuweilen eine Intensität erreichen, vermöge deren sie zu einer Fehlerquelle für manche Beobachtungen werden können.

Dr. v. Rebeur-Paschwitz hat bei seinen Beobachtungen am Horizontalpendel auf Teneriffa[1]) in einzelnen Fällen eine Art von Bewegungen des Erdbodens gefunden, die in ihrem Auftreten nicht an das Vorkommen von eigentlichen Erdbebenstörungen gebunden ist. Später entdeckte er, dass die Aufzeichnungen des Apparats in Strassburg vom 19. Oktober 1892 Zickzacklinien von nicht weniger als 193 aufeinander folgende Oszillationen zeigten, die im Laufe von etwa einem halben Tage sich ereignet hatten. Etwas Ähnliches wiederholte sich am 21. Dezbr. 1892. In diesen beiden Fällen ist die Amplitude der Bewegungen eine sehr geringe, und wird vom Beobachter die doppelte Böschung der Welle auf nur 0.05″ veranschlagt. „Erst vor kurzem," bemerkt Dr. v. Rebeur-Paschwitz[2]), „sind die interessanten Ergebnisse veröffentlicht worden, welche Prof. Milne in Tokio mit einem sehr ähnlichen Apparate ebenfalls auf photographischem Wege erhalten hat. Sein „Tromometer" besteht aus einem leichten Pendelstabe, welcher dadurch in horizontaler Lage erhalten wird, dass, während das eine mit einer feinen Spitze versehene Ende sich auf eine am unteren Teile einer Säule angebrachte Achatfläche stützt, das freie Ende durch einen zum Kopfe der Säule schräg hinaufführenden Seidenfaden getragen wird. Im Prinzipe ist dieses „konische" Pendel offenbar identisch mit dem Horizontalpendel.

---

[1]) Klein, Jahrbuch **3.** p. 131 u ff.
[2]) Astron. Nachr. Nr. 3177.

Mit diesem Instrumente sind unter Anwendung rasch bewegter, sehr empfindlicher Platten und von Magnesiumlicht Aufnahmen der von Milne mit dem Namen „earth pulsations" belegten Erdwellen gemacht worden, von denen sich eine bildliche Darstellung in dem neu erschienenen „Seismological Journal of Japan", Vol. I, 1893, befindet. Die Bewegung der Platte betrug in diesem Falle 24 Zoll pro Minute, und es erscheinen auf derselben schöne regelmässige Wellen von wechselnder Periode ($3.4^s$—$4.6^s$) und Amplitude. Aus vielen ähnlichen Beobachtungen wurde die Maximalböschung dieser Wellen auf 1 : 40 000 bis 1 : 200 000 geschätzt, was ungefähr 5″ — 1″ entspricht, doch werden diese Zahlen mit Reserve mitgeteilt, weil sie auf unsicheren Konstantenbestimmungen beruhen. Nach meinen eigenen Beobachtungen möchte ich glauben, dass dieselben zu gross geschätzt sind. Dass jene Wellen nichts mit den gewöhnlichen Pendelschwingungen zu thun haben, wurde durch Aufnahmen des schwingenden Pendels gezeigt, wobei sich eine abweichende, und zwar konstante Periode ergab.

Es beweisen diese Beobachtungen in Verbindung mit den von mir nun schon unter mehrfach veränderten Bedingungen erhaltenen, dass zu gewissen Zeiten die Erdoberfläche wie der Spiegel einer Wasserfläche unter dem Einflusse von Wellenbewegungen steht, an denen alle Gegenstände teilnehmen, und die daher ein beständiges Hin- und Herschwanken der letzteren um die Lotlinie zur Folge haben, wie man es im grossen Massstabe an den Masten eines von der Dünung bewegten Schiffes wahrnehmen kann. Kann man jenen Vergleich in Beziehung auf die Form der Wellen machen, so scheint er nicht minder mit Rücksicht auf ihre Mannigfaltigkeit gerechtfertigt, und es mag Punkte auf der Erdoberfläche geben, welche noch auffälligere Erscheinungen als unsere Beobachtungen aufweisen.

Wenn es auch verfrüht wäre, über die Häufigkeit dieses Phänomens bestimmte Angaben zu machen, so kann doch so viel gesagt werden, dass es durchaus nicht selten eintritt. Nach der Ansicht von Milne zeigt es sich vorzugsweise dann, wenn ein steiler Barometergradient vorhanden ist. Dass es indessen noch durch andere Ursachen bedingt sein muss, geht daraus hervor, dass es oft sporadisch während einiger Stunden in einer Periode auftritt, in der der Gradient sich nicht wesentlich verändert haben kann, ferner daraus, dass sich zuweilen mitten in einer längeren Reihe von Wellen vollkommen ruhige Stellen vorfinden.

Bereits bei früherer Gelegenheit hat Verf. von der „mikroseismischen Bewegung" gesprochen, welche bisher an allen Beobachtungsstationen zuweilen in sehr auffallender Intensität bemerkt worden ist. Die Gegenüberstellung der Kurve eines vollkommen ruhigen Tages und derjenigen eines Tages mit starker mikroseismischer Bewegung giebt am besten eine Vorstellung von dem wechselnden Zustande des Erdbodens. Bezüglich des Vorkommens dieser Be-

wegung hat sich aus seinen früheren Beobachtungen bis 1891 ergeben, dass dasselbe im allgemeinen an das Auftreten starker Winde gebunden ist, obgleich auch Ausnahmen hiervon vorkommen, und dass dieselbe sich über grössere Gebiete verbreitet, da bei den Beobachtungen in Deutschland im Jahre 1889 die Angaben der beiden Stationen meist übereinstimmten.

Hiernach ist es sehr wahrscheinlich, dass zwischen den beiden eben geschilderten Klassen von Erdbewegungen nur ein quantitativer, aber kein qualitativer Unterschied besteht. Da mit steilen barometrischen Gradienten wohl in der Regel Wind, wenn nicht an dem Orte der Beobachtung selbst, doch in einiger Entfernung davon, verbunden ist, und die Erdpulsationen vermutlich sich mit einer Geschwindigkeit von mindestens 2 *km* pro Sekunde fortpflanzen, so sind die angeführten Bedingungen für das Auftreten jener Bewegungen wohl als identisch anzusehen, wobei aber festzuhalten ist, dass dieselben nur im allgemeinen die Wahrscheinlichkeit bestimmen.

Bei den verschiedenen Störungsfiguren der Horizontalpendelkurven ist es unmöglich, von vornherein zu sagen, ob dieselben von Schwingungen des Pendels oder von oszillatorischer Bewegung des Erdbodens herrühren, mit Ausnahme derjenigen Fälle, in welchen, wie in dem oben angeführten vom 19. Oktbr. und 21. Dez. 1892, die Form und Periode der Wellen deutlich erkennbar und dadurch unzweifelhaft auf den letzteren Ursprung hingewiesen ist. Bei der Mannigfaltigkeit der beobachteten Perioden werden aber oft Fälle eintreten können, in welchen die Periode der Erdoszillationen in einem derartigen Verhältnis zu der Schwingungsdauer des Pendels steht, dass letzteres in schwingende Bewegung gerät, welche je nach den Umständen durch die Bewegung der Unterlage vermehrt oder vermindert werden kann."

„Es ist daher," fährt Dr. v. Rebeur-Paschwitz fort, „ein naheliegender Gedanke, welcher durch die direkten Beobachtungen an Niveaus beim Vorübergange von Erdbeben eine Stütze erhält, dass die meisten der beobachteten Störungen durch Wellenbewegung des Erdbodens und nicht durch Vibrationen erzeugt werden. Demgemäss ist es wahrscheinlich, dass in den Perioden sogenannter mikroseismischer Störung, welche sich oft über mehrere Tage erstreckt, wiewohl die mittlere Lage der Erdoberfläche dieselbe bleibt, Schwankungen nach beiden Seiten vorkommen, welche bei feineren Beobachtungen merklich werden und jenen Mangel innerer Übereinstimmung hervorrufen können, der sich oft bemerkbar macht.

Eine genauere Untersuchung dieses interessanten Gegenstandes erfordert ein empfindliches Horizontalpendel, bezw. ein Tromometer, mit photographischer Registrierung, welche so eingerichtet ist, dass die lichtempfindliche Schicht eine sehr rasche Bewegung erhält, damit auch die Wellen von kurzer Periode deutlich getrennt werden. Durch solche Aufnahmen, die unter möglichst verschiedenen Bedingungen wiederholt werden müssten, würde leicht zu entscheiden

sein, welche Rolle die freien Schwingungen des Pendels spielen, da die Periode derselben bekannt ist.

Zum Schlusse möge eine Bemerkung von Milne Platz finden, welche sich auf die Möglichkeit eines anderweitigen störenden Einflusses der Erdpulsationen bei astronomischen Beobachtungen bezieht. Auf Seite 112 des Vol. I des „Seismological Journals“ wird erzählt, dass Prof. Todd bei der Beobachtung der totalen Sonnenfinsternis von 1887 eine 40-füssige Linse zur photographischen Aufnahme der Sonnenkorona benutzte. Obwohl der Heliostat sowie alle übrigen Apparate auf Steinpfeilern montiert waren, war es doch zuweilen unmöglich, ein stetiges Bild zu erhalten. Milne meint, dass möglicherweise das Auftreten starker Erdpulsationen der Grund hiervon war, und dass letztere ebenso gewissen Spektralbeobachtungen zeitweise hinderlich sein dürften. Es wird auch darauf hingewiesen, dass diese Erdwellen, welche auch im Inneren der Erde bemerkbar sind, bei grösserer Amplitude geradezu praktisch wichtige Folgen haben können, indem sie die Lösung bestehender Spannungen in der Erdkruste begünstigen.“

Verf. giebt auf einer Tafel eine Darstellung des Aussehens der vom Apparate gelieferten Aufzeichnungen. Von denselben sind auf Tafel III einige reproduziert. Die dargestellten Kurvenstücke beziehen sich durchweg auf einen Zeitraum von $14^1/_2$ Stunden. Verf. giebt dazu folgende Erläuterung:

Fig. 1. Strassburg 5. März 1893 $0^h - 15^h$ M. Z. Sehr regelmässige Niveauveränderungen verbunden mit vollständiger Ruhe des Erdbodens.

Fig. 2. Strassburg 21.—22. Dezember 1892 $10^h - 2^h$. Regelmässige, durch eine kleine Unstetigkeit unterbrochene Niveauveränderung mit lange anhaltenden Erdpulsationen von $2^1/_4{}^m$ Periode. Die Wellen sind so dicht gedrängt, dass infolge der Ausdehnung des registrierenden Lichtpunktes nur die Spitzen derselben hervortreten, wodurch die Kurve an den Rändern ein gezacktes Aussehen erhält.

Fig. 3. Strassburg 23.—24. Dezember 1892 $16^h - 7^h$. Beispiel sehr unregelmässiger Niveauveränderung bei schwacher Unruhe des Erdbodens

Fig. 4. Strassburg 8.—9. Januar 1893 $17^h - 8^1/_2{}^h$, und

Fig. 5. Strassburg 14.—15. Januar 1893 $18^h - 9^h$. Zwei Fälle mikroseismischer Bewegung von offenbar verschiedenartigem Verlaufe. Das in Fig. 4 sichtbare periodische Anschwellen und Abnehmen der Bewegung tritt zuweilen noch auffälliger und regelmässiger hervor. Die Form der Kurve lässt vermuten, dass keine Schwingungen des Pendels stattgefunden haben, dass vielmehr die Ausschläge ausschliesslich von Erdpulsationen kurzer Periode und wechselnder Amplitude (Maximum 0.26″) herrühren. Fig. 5 ist ein typischer Fall starker mikroseismischer Bewegung.

## 7. Inseln, Strandverschiebungen, Korallenriffe.

**Die Insel Rügen** ist nach ihrem geologischen Baue und ihrer Oberflächengestaltung von R. Credner geschildert worden[1]). Das Areal der Insel beträgt 967 *qkm*. Sie ist der Nordostseite des vorpommersch-

[1]) Forschungen zur deutschen Landes- und Volkskunde 7. Heft 5.

mecklenburgischen Küstenlandes vorgelagert und von diesem ganz ähnlich wie die benachbarten Inseln Usedom und Wollin und wie bis in kurze Vorzeit noch die inzwischen landfest gewordenen ehemaligen Inseln Darss und Zingst nur durch schmale und meist flache Meeresteile getrennt. Die Insel erhebt sich aus dem flachen Küstenmeere als ein durch Buchten und Meeresarme und dazwischen vorspringende Landzungen ausserordentlich reich gegliedertes, an manchen Stellen förmlich zerstückeltes und zerlapptes Landgebilde, dessen mannigfaltige Küstenentwickelung keine andere der deutschen Inseln auch nur annähernd erreicht. „Auf der Ostseite zunächst greift die See in einer Reihe breiter bogenförmig gerundeter, dünenumsäumter Buchten („Wieken") zwischen steiluferigen Vorsprüngen höheren Landes in die Insel ein. Von Süden nach Norden folgen einander die Buchten zwischen Thiessower Höft und Lobberort und zwischen letzterem und dem Nordperde bei Göhren auf Mönchgut, dann diejenige zwischen dem Nordperde und dem Quitzlaser Orte in der Granitz und weiter in Form mächtiger Kreissegmente die Prorer Wiek zwischen Granitz und Jasmund und die Tromper Wiek zwischen letzterem und der Halbinsel Wittow. Ungleich komplizierter noch gestaltet sich die Gliederung der Westküste. Zwar verleiht hier das dicht vorgelagerte Hiddensöe mit seinem langgestreckten, fast geradlinigen Westufer der Inselgruppe Rügens einen einförmigen Abschluss gegen die westliche Ostsee. Im Norden und Süden aber greift diese letztere, dorl im „Libben", hier im „Gellen Strom", um die Spitzen jener Insel herum, erweitert sich zwischen ihr und Rügen zu den flachen, nur durch künstliche Fahrrinnen untereinander und mit der äusseren See verbundenen Schaproder- und Vitter-Bodden und dringt in den Rassower Strom, den Wieker und Breeger Bodden vielfach verzweigt und zerlappt als Grosser und Kleiner Jasmunder Bodden tief in das Innere der Insel nach Osten und Südosten hinein, und zwar bis in unmittelbare Nähe der von Osten her eingebuchteten Prorer und Tromper Wiek, so dass sich hier die östlichen und westlichen Gewässer bis auf wenige hundert Meter einander nähern.

Auch diese von Westen her in die Insel eindringenden Binnengewässer besitzen, eine 12 *m* tiefe Stelle am Ausgange des Jasmunder Boddens bei Wittower Fähre ausgenommen, nur geringe Tiefen, im Grossen Jasmunder Bodden von 7—8, sonst von 4—5 *m*, so dass ein Sinken des Ostseespiegels um nur 10 *m* eine fast vollständige Verlandung dieser Wasserflächen im Gefolge haben würde. Gleichzeitig würde unter dieser Voraussetzung auch weitaus der grösste Teil des Greifswalder Boddens und des Strelasundes trocken gelegt werden und die Küste Vorpommerns der jetzigen 10 *m*-Tiefenlinie folgend, eine ähnliche Umrissgestaltung gegen die Stettiner Bucht erhalten, wie diejenige Hinterpommerns in Pommerellen gegen die Danziger Bucht oder diejenige Holstein-Wagriens gegen die Neustädter Bucht.

Mit der reichen Gliederung der Küstenumrisse Rügens vereinigt

sich eine nicht minder mannigfaltige Oberflächengestaltung, wie sie auf so kleinem Gebiete sonst kaum im norddeutschen Flachlande wiederkehren dürfte. Berge und Hügel der verschiedensten Form, bald zu vielbuckeligen Gruppen, bald zu langgestreckten Rücken geordnet, wechseln mit flachwelligen und fast plattenförmig ebenen Geländen, durchzogen und zergliedert hier von flachen Thalmulden und breiten Thalniederungen, dort von steil eingeschnittenen Thalschluchten und überall gleichsam durchlöchert von zahllosen, teils wassererfüllten, teils vermoorten und ausgetrockneten, grossen und kleinen abflusslosen Söllen und Pfuhlen. Diese Hügel und Berggelände aber erfüllen nicht in ununterbrochenem Zusammenhange die gesamte Insel, vielmehr bilden dieselben eine Anzahl grösserer und kleinerer sich scharf von einander abhebender, vollkommen isolierter Erhebungsmassen, gewissermassen „Inselkerne", die nur durch äusserst niedrige Landstriche miteinander verbunden und nur locker zu der vielgliederigen Gesamtinsel vereinigt sind. Guirlandenförmig ziehen sich solche Flachlandstreifen, bisweilen nur wenige hundert Meter breit, in weitem, gegen die See geöffnetem Bogen, wie beispielsweise in der Schaabe zwischen Jasmund und Wittow von einem Inselkerne zum anderen, um scharf und oft unvermittelt an deren steil aufsteigendem Rande abzuschneiden. Aus grösserer Entfernung von der See, namentlich von Osten her gesehen, scheint daher die Insel aus einer Gruppe hügelig-bergiger Einzeleilande zu bestehen, und in der That würde eine nur geringfügige Veränderung des Meeresniveaus, ein höherer Stand desselben von nur etwa 5 *m* jene flachen Verbindungslandstriche in fast ihrem ganzen Umfange verschwinden und jenen aus der Ferne durch die Wölbung des Meeresspiegels vorgetäuschten Zustand zur Wirklichkeit machen."

„Die älteste auf Rügen vorkommende Formation gehört der Kreideperiode an, während deren ebenso wie der grösste Teil Norddeutschlands weite Gebiete des heutigen Ostseebeckens und seiner Umrandung vom Obersenonmeere überflutet lagen und von dessen Sedimenten — in der baltischen Meeresprovinz von der Schreibkreide — überdeckt wurden. Noch vor Abschluss der Kreidezeit muss jedoch der südliche Strich dieses obersenonen Meeres und mit ihm auch die Gegend des heutigen Rügens trocken gelegt und dem südlich angrenzenden Festlande angegliedert worden sein. Nur weiter im Norden über dem heutigen Seeland und Südschweden breitete sich auch während des jüngsten Abschnittes der Kreideperiode, in der Danienzeit, das Meer aus, an dessen Ufern und auf dessen Boden die Faxe- und Saltholmkalke jener Gebiete zur Ablagerung gelangten. Mit der Schreibkreide schliessen die Marinbildungen auf Rügen ab. Tertiärablagerungen sind bisher anstehend mit Sicherheit nicht nachgewiesen, ebenso wenig auch präglaziale Meeresbildungen. Auf der Schreibkreide lagern vielmehr unmittelbar die Moränenabsätze der älteren Glazialzeit. Über die Schicksale des rügenschen Bodens in der Zwischenzeit herrscht daher völliges

Dunkel, da das Fehlen aller aus derselben stammenden Ablagerungen ebensowohl auf dem Bestehen festländischer Verhältnisse während dieser Zeit, als auch auf einer späteren Abräumung seitens des in der Folgezeit über das Gebiet der Insel vorrückenden Inlandeises beruhen kann. Nur in der Umgebung des heutigen Rügens, speziell im Nordosten und Osten desselben, muss eine tertiärzeitliche Meeresbedeckung stattgefunden haben."

Erhebliche Lagerungsstörungen haben das Grundgebirge Rügens während der Tertiär- und Präglazialzeit nicht betroffen, so dass die Ausbreitung der ersten Binneneisdecke und ihrer Grundmoräne im Gebiete des heutigen Rügens auf einer ziemlich abnormen und ungestörten, dem Vorrücken der Eismassen keinen erheblichen Widerstand entgegensetzenden Kreideplatte erfolgt sein muss. „Erst nach dem Absatze der unteren Glazialbildungen, nach Abschluss der ersten Vergletscherungsperiode, begannen sich diejenigen Veränderungen der Reliefverhältnisse anzubahnen, durch welche der Grund zu der heutigen Konfiguration des Bodens der späteren Insel gelegt wurde. Durch Lösung herrschender, wenn auch zur Zeit in ihrer Ursächlichkeit noch nicht ergründeter Spannungsdifferenzen rissen Klüfte und Spalten in verschiedenen, aber gesetzmässig verlaufenden Richtungen auf und zerstückelten das cretaceïsche Grundgebirge und die ihm aufgelagerte altglaziale Decke in Schollen und Streifen, die sich gegeneinander zu Horsten, Senkungs- und Bruchfeldern verschoben: an Stelle der bis dahin ebenflächigen Platte entstand in der Interglazialzeit ein Schollengebirge.

Über dieses westbaltische Schollengelände breiteten sich sodann in der späteren Glazialzeit die von neuem vorstossenden Inlandeismassen aus und bedeckten seine gleichzeitig durch glaziale Denudation mehr oder minder umgestaltete Oberfläche mit ihrem Moränenschutte und dessen Schlämm- und Auswaschungsprodukten, und zwar nunmehr im Gegensatze zu der einförmigen Ablagerungsweise der älteren Glazialbildungen, den nun bestehenden Unebenheiten des Gletscherbodens entsprechend, in Gestalt einer äusserst verschieden mächtigen und zugleich höchst wechselvoll und wirr zusammengesetzten mantelförmigen Decke.

Mit dieser neuen, aus den oberen Geschiebemergeln und ihren sandigen, grandigen und kiesigen Auswaschungsprodukten aufgebauten Oberfläche ausgestattet, tritt das Gebiet des heutigen Rügens in die Postglazialzeit ein. Über das von den zurückweichenden Eismassen geräumte Baltische Becken breiten sich die Gewässer der heutigen Ostsee aus. Durch Überflutung der tiefer gelegenen Einsenkungen am Rande und inmitten des Gebietes des jetzigen Rügens wird dieses letztere endgültig als Insel vom Festlande getrennt und gleichzeitig von Armen und Buchten des Meeres durchschnitten und zergliedert. Nur die durch horstartiges Aufragen von Grundgebirgsschollen oder durch mächtigere Anhäufung jüngerer Glazialschuttmassen hinlänglich erhöhten Partien ragen nunmehr als Inseln über der sich aus-

breitenden Wasserfläche empor: sie repräsentieren die als Inselkerne skizzierten Hauptteile Rügens, die sich infolge ihrer gegenseitigen orographischen und geologischen Isolierung noch jetzt deutlich voneinander abheben.

Mit der Ablagerung des jungglazialen Deckgebirges ist die Herausbildung der Oberflächengestaltung dieser Inselkerne im wesentlichen abgeschlossen, spätere postglaziale Veränderungen beschränken sich auf lokale Umlagerungen von Gesteinsmaterial durch die Thätigkeit des atmosphärischen Wassers und der Winde, auf den Einbruch vereinzelter Erdfälle, auf Abrutschungen randlicher Gebirgsteile unter der Einwirkung der Schwere und auf Moorbildungen in Thälern und abflusslosen Depressionen.

Ganz andere Bedeutung wie für die Oberfläche der das Meeresniveau zum Teile hoch überragenden Inselkerne erlangt die Postglazialzeit für deren Randpartien, sowie für die zwischen ihnen liegenden, sie voneinander trennenden Meeresarme. Innerhalb derselben macht sich seit Rückzug des Eises und ihrer teilweisen Überflutung durch die Baltische See zunächst ein steter Wechsel der zerstörenden und der ablagernden Thätigkeit des Meeres geltend. Unter dem Anpralle der Brandungswellen, unterstützt durch die Wirkungen der Atmosphärilien, entwickeln sich an den schroffer aufragenden Rändern der Inselkerne die heutigen Steilküsten. Abseits derselben aber bleibt der Landansatz im Übergewichte. Durch denselben verwachsen die Inselkerne miteinander, Meeres- und Flugsande gestalten die flachen, der See abgewonnenen Landstriche zu Dünengeländen, Moore breiten sich auf den weiten, wasserreichen Niederungen aus und verwandeln seichte Buchten der Binnengewässer zu flachen Torfwiesen — der Rügensche Archipel verschmilzt zum reichgegliederten Eilande."

Prof. Credner betont nachdrücklich, dass die Vorstellung, als ob die in die Insel eindringenden und dieselbe von dem Festlande trennenden Buchten und Meeresstrassen Einbrüchen der See und durch Wellen und Sturmfluten erzeugten Landzerstörungen ihre Entstehung verdankten, dass Rügen also gleichsam die Ruinen eines durch die Meeresbrandung zerstückelten und schliesslich aus seinem Verbande losgelösten Vorsprunges des pommerschen Küstenlandes darstelle, irrig ist. Eine nähere Prüfung zeige, dass diese Auffassung Rügens als einer „Erosionsinsel" der Wirklichkeit nicht oder doch nur in sehr beschränktem Masse entspricht. „Man gelangt vielmehr zu der Erkenntnis, dass sowohl die das Eiland durchziehenden, als auch die dasselbe von dem Festlande trennenden Meeresteile von der Erosion unabhängige Bildungen sind, und zwar der Hauptsache nach ursprünglich vorhandene Einsenkungen repräsentieren, welche unmittelbar aus der Konfiguration des von Moränenmaterial der jüngeren Eiszeit aufgebauten Bodens hervorgegangen und später von der Ostsee überflutet und in deren Bereich einbezogen worden sind."

Die Insel ist nach Credner ein typisches Beispiel der von F. v. Richthofen aufgestellten Kategorie der „Abgliederungsinseln", entstanden durch das Eindringen des Meeres in die Hohlformen des Landes, und zwar repräsentiere Rügen im Vereine mit der Mehrzahl der übrigen Eilande der westbaltischen Inselzone den „Cimbrischen Typus" dieser Abgliederungsinseln, indem die von dem Meere überfluteten Hohlformen einem flachbodigen Lande angehören und mit dem Glazialphänomene auf die Weise in Zusammenhang stehen, dass sie der ungleichmässigen Ablagerung von Moränenmaterial ihren Ursprung verdanken.

Die Beantwortung der Frage, in welchem Abschnitte der Postglazialzeit die Abgliederung von dem Festlande stattgefunden hat, ist schwierig; nur ein Schluss scheint aus den vorliegenden Beobachtungen mit einiger Sicherheit gezogen werden zu dürfen, derjenige nämlich, dass der Eintritt jenes Ereignisses nicht bereits in den Beginn der Postglazialzeit fällt, sich nicht unmittelbar an den Rückzug des Inlandeises anknüpft, sondern erst in einem späteren Abschnitte der rezenten Periode erfolgt ist.

Die Steilküsten Rügens verdanken ihre Entstehung der Abrasionsthätigkeit des Meeres und der Denudation seitens der Atmosphärilien und des fliessenden Wassers. „Ihre heutige Erscheinungsweise ist das Gesamtresultat aller der einzelnen Zerstörungs- und Umgestaltungsvorgänge, welche sich unter der Einwirkung dieser Agenzien an den höher aufragenden Randpartien der Inselkerne Rügens seit ihrer Umspülung durch die Ostsee abgespielt haben.

Aber auch der gegenwärtige Zustand gewährt nur ein vergängliches Augenblicksbild. Unaufhaltsam schreitet auch heute noch das Zerstörungswerk an den Steilufern der Insel weiter fort. Dieselben Kräfte wie in den früheren Stadien funktionieren auch heute noch und arbeiten unablässig an der Vernichtung und an der Umformung der Steilküsten weiter.

Von dem früheren Arbeitseffekte des einen der beteiligten Agenzien allerdings, nämlich von demjenigen der Meeresbrandung, gewährt der jetzige Zustand nur noch eine schwache Vorstellung. Die zerstörende Kraft der Wellen, ursprünglich der Hauptfaktor bei der Herausbildung der Steilküsten, hat seitdem mehr und mehr Einbusse erlitten und besitzt in dem gegenwärtigen Stadium nur noch untergeordnete Bedeutung. Denn in demselben Masse, als die Steilufer tiefer angeschnitten und weiter zurückgedrängt worden sind, hat sich die an Stelle des abradierten Landstreifens geschaffene Brandungsterrasse verbreitert und gleichzeitig durch Aufhäufung der Residuen der unterwühlten und infolge dessen abgestürzten und von den Wellen ausgeschlämmten Gesteinsmassen erhöht. So hat sich der heutige Zustand herausgebildet, wo ein stellenweise 20 und mehr Meter breiter, von mächtigen Haufwerken nordischer Blöcke und Feuersteinknollen bedeckter Vorstrand den Fuss der Steilufer auf fast ihrer ganzen Linie umsäumt, über welchen hinweg die Wellen nur

bei heftigen Stürmen und bei Sturmfluten die Steilwände selbst noch erreichen, sich sonst aber, bei gewöhnlichem Wasserstande und schwächerem Wogengange, an dem Blockwalle des Vorstrandes brechen und ihre Kraft verlieren.

Nur ganz lokal, wie z. B. am Schnaksufer zwischen Tipper Ort und den Wissower Klinten an der Ostküste Jasmunds und an dessen Südostküste, am Herrenbade von Crampass, erleidet dieser Vorstrand eine Unterbrechung. Hier brandet daher die See auch bei leichterem Wellenschlage noch unmittelbar bis an die in beiden Fällen aus Schreibkreide bestehende Steilwand heran, und ist infolge dessen auch gegenwärtig noch Gelegenheit geboten, die Thätigkeit der Brandungswelle zu beobachten und ihre Wirkungen selbst sowohl an der Abrasionsterrasse wie an den horizontal verlaufenden hohlkehlenartigen Einkerbungen und grösseren und kleineren kesselförmigen Erosionslöchern nahe der Basis der Uferwand in ihrer Entstehung und Weiterentwickelung zu verfolgen. Nur nach heftigen Stürmen und Sturmfluten bekunden auch an den übrigen Küstenstrecken frisch entstandene Anschnitte, Anschürfungen und Unterspülungen seitens der Wellen, dass die zerstörende Wirkung der Meeresbrandung noch nicht völlig erloschen ist, vielmehr, wenn auch nur ausnahmsweise und in untergeordnetem Massstabe, noch gegenwärtig an der weiteren Zurückdrängung der Steilufer mitarbeitet. Nahezu ist aber auf Rügen fast überall dasjenige Stadium erreicht, wo die Steilküste so weit landeinwärts gerückt ist, als die Brandungswelle dieselbe bei unverändertem Meeresstande zu verschieben vermag. Von obigen Ausnahmefällen abgesehen, beschränkt sich die Thätigkeit der Brandungswelle gegenwärtig im wesentlichen auf die Aufarbeitung, Saigerung und Fortführung des unter der Einwirkung der atmosphärischen Agenzien und des fliessenden Wassers von den Steilufern herab- und dem Strande zugeführten Abwaschungs- und Abbruchsmateriales, sowie auf die Zerkleinerung und Abschleifung der als Residuen des letzteren den Vorstrand bedeckenden Block- und Geröllhaufwerke.

Einen weit besseren Einblick als in die Abrasionsarbeit des Meeres gewährt der heutige Zustand der Steilküsten in die Thätigkeit der fliessenden Gewässer und der Atmosphäre, also des Wassers auf seinen ober- und unterirdischen Bahnen, des Temperaturwechsels, des Windes und des Regens. Ihren Einwirkungen hauptsächlich verdanken die Steilküsten Rügens ihre heutige Gestaltungsweise, vor allem aber ihre abwechslungsvolle Gliederung, ihren Reichtum an malerischen Felspartien; andererseits sind sie es, welche gleichzeitig selbst wieder unablässig an der Vernichtung der von ihnen geschaffenen landschaftlichen Reize arbeiten, die kühn aufstrebenden Felswände abzutragen und an Stelle deren imposanter Steilheit einförmig abgeflachte Böschungen und Uferlehnen zu setzen im Begriffe sind.“

Irrig ist nach Credner's Ausführungen die Meinung, dass noch heute das Meer sich auf Kosten des Inselareales immer weiter aus-

breite; ein Landverlust in diesem Sinne finde gegenwärtig nicht mehr oder doch nur ganz lokal statt. Über den Betrag des früheren Arealverlustes der Inselkerne infolge der Herausbildung der Steilküsten könne man sich annähernd aus der Verbreitung der die letzteren umsäumenden „Steinriffe“ (der Überbleibsel der von der Meeresbrandung zerstörten, vorwiegend diluvialen Gesteinskomplexe) orientieren. Der Verlust ist hiernach ein ziemlich geringfügiger: selbst an dem den Meereswellen am meisten exponierten Punkte, an dem Vorgebirge von Arkona, übersteigt die Breite des durch Abrasion zerstörten Uferstreifens nicht den Betrag von 1 *km*.

Während die höher aufragenden Randpartien der Inselkerne durch Abrasion und Denudation mehr und mehr abgeböscht und zurückgedrängt wurden, vollzog sich gleichzeitig abseits derselben an den flacheren Uferstrichen ein nicht minder erheblicher Zuwachs von neuem Lande: es entstanden die ausgedehnten Alluvialflächen, welche die Inselkerne gegenwärtig an zahlreichen Stellen umsäumen und sich von einem derselben zum anderen hinüberschwingend den jetzigen einheitlichen Zusammenhang des Gesamteilandes bewirken.

Im Bereiche dieser Alluvialflächen verursachen aber die Sturmfluten erhebliche Veränderungen sowohl in der Uferkonfiguration, wie in der Oberflächengestaltung. „An der Ostküste sind namentlich die Niederungen Mönchguts wiederholt von Sturmfluten heimgesucht worden. In neuerer Zeit war es besonders die Novemberflut des Jahres 1872, welche hier in verheerendster Weise wirkte. Der gesamte Dünensaum vom Göhrenschen Höft bis nach Thiessow fiel den andringenden Wogen zum Opfer und ist erst seitdem, durch die Anlage von Zäunen und durch Anpflanzung von Strandhafer unterstützt, obwohl er im Februar 1874 zum zweiten Male in beträchtlichem Umfange zerstört wurde, zu seiner gegenwärtigen Höhe und Breite angewachsen. Einer älteren Sturmflut verdankt auch die nördlich von Gross-Zicker tief in die dortigen Salzwiesen und Moorniederungen eingewühlte Zickerniss ihre Entstehung. Auf Hiddensöe zeigt namentlich der flache Alluvialstreifen unmittelbar südlich vom Dornbusche mehrere, bisher nur teilweise vernarbte Spuren früherer Durchbrüche. In der Nähe des Strandes gelegene Häuser sind von dem Meere unterwaschen worden und mussten geräumt und von den Bewohnern verlassen werden. Weiter im Süden, jenseits von Plogshagen, ist durch die Sturmfluten vom 6. November 1864, vom 22. November 1867 und endlich vom 12.—13. November 1873 ein breiter, bis 11 *m* tiefer Kanal quer durch die Insel hindurch aufgerissen und die letztere dadurch in 2 Teile zertrennt worden, welche erst durch die Anlage eines nahezu 2 *km* langen festen Dammes wieder miteinander vereinigt worden sind. Trotz derartiger Zerstörungen und Landverluste schreitet aber der Zuwachs neuen Landes auch gegenwärtig noch unablässig fort. Nach wie vor häufen die Wellen die von ihnen an dem Strande entlang transportierten, den Steilküsten entführten Sande an der Aussenseite

der Nehrungen auf, und wachsen gleichzeitig die Moorflächen von den flachen Uferrändern aus weiter in die Binnengewässer der Insel vor. So hat sich nach v. Hagenow z. B. der Gellen in dem Zeitraume von 1694—1840 um nahezu 1 *km* (260 Ruten), der Alt-Bessin gleichzeitig um etwa 500 *m* (180 Ruten) nach Süden verlängert. Auch an dem Neu-Bessin, dem Südende des Bug, sowie an der Silmenitzer Heide nördlich von der Halbinsel Zudar und am Palmer Orte hat sich noch in neuerer Zeit ein ähnliches, wenn auch weniger beträchtliches Vorwachsen des Alluvialbodens vollzogen. Alt- und Neu-Bessin sind sich infolge dessen mit ihren unterseeischen Ausläufern, der Bessinschen Schar und Buger Haken, bereits bis auf 600 *m* nahe gerückt, und nur durch häufig erneute Baggerungen hat man bisher ein Verwachsen Hiddensöes mit Wittow an dieser Stelle verhindert. Auch die Südspitze des Gellen ist nur noch durch eine kaum 800 *m* breite Wasserfläche, dem Vierendehlstrom, von der vom Zingst aus vorspringenden Sandbank des „Bock" getrennt. Auch hier bedarf es fortgesetzter Baggerungen, um die Verbindung des Stralsunder Fahrwassers mit der offenen See im Westen Rügens frei zu halten."

**Sable-Island**, die Sandinsel, 150 *km* östlich von Neu-Schottland, ist bemerkenswert wegen der ungeheueren Veränderungen, die Wind und Wellen in dem kurzen Zeitraume von 3 Jahrhunderten mit ihr vorgenommen haben. Die ältesten französischen Karten zeichnen sie 74 *km* lang und 4160 *m* breit; im Jahre 1776 reduziert eine englische Admiralitätskarte ihre Länge um 18.5 *km* und ihre Breite um 460 *m*, zu gleicher Zeit aber rückt das Ostkap um mehr als 20 *km* nach Osten; in den Jahren 1818, 1850 und 1888 verzeichnen die neuen Karten neues Zurückgehen des Landes und Lageveränderungen. Im Jahre 1890 war die halbmondförmige Insel, deren Öffnung sich nach Süden richtete, nur noch 40.7 *km* lang und 1.85 *km* breit, in weniger als 200 Jahren hat sie also um mehr als die Hälfte abgenommen. Ausserdem sind ihre früher mehr als 60 *m* hohen Dünen jetzt höchstens 24 *m* hoch. Ein See, der sich im Inneren der Insel befindet, hat diese Veränderungen getreulich mitgemacht. Bald war er ein Binnensee, bald durch einen Kanal mit dem Meere verbunden, ja 1836 konnten 2 Schaluppen, die sich bei einem Sturme hineingeflüchtet hatten, nicht wieder hinaus, da der Kanal inzwischen versandet war. Bei sehr stürmischem Wetter ist es vorgekommen, dass von der Küste eine Fläche von mehreren Hektaren weggerissen wurde. Anfang des Jahres 1893 ist abermals ein grosses Stück Land vom Meere verschlungen worden, so dass sich der Flächeninhalt dieser grossen Sandwüste erheblich verringert hat [1]).

**Die Färöer** schildert Dr. O. L. Jiriczek [2]) auf Grund dänischer

[1]) Aus allen Weltteilen 1893. p. 194.
[2]) Deutsche Rundschau f. Geographie u. Statistik **15.** p. 21 u ff.

Quellen, während in der deutschen wissenschaftlichen Litteratur über diese Inseln so gut wie nichts vorliegt. Über die physikalisch-geographischen Verhältnisse bemerkt er:

Der zwischen 61° 26′ bis 62° 25′ nördl. Br. und 6° 19′ bis 7° 40′ westl. L. v. Gr. belegene Archipel der Färöer — der Name bedeutet Schafinseln — wird von 17 bewohnten und mehreren unbewohnten Inseln gebildet, die zusammen einen Flächenraum von 24.06 Quadratmeilen (1332 *qkm*) einnehmen. Dem Blicke auf eine Karte nach gliedert er sich in 2 Gruppen, deren nördliche, die Mehrzahl der Inseln umfassend, eine kompakte, bloss von schmalen Fjorden und Sunden zerrissene Masse bildet, während die südliche nur aus den 5 Inseln Sandö, Skuö, Gross- und Kleindimon und Suderö besteht, die vereinzelt in einer Linie von Norden nach Süden liegen; der Skopenfjord, der diese beiden Gruppen trennt, bezeichnet zugleich eine Dialektgrenze.

„Man mag sich den Färöern in gutem oder schlechtem Wetter nähern, so ist ihr Aussehen überaus erhaben; besonders wenn sich die Sonne dem westlichen Horizonte nähert, und das Meer in ruhig wogender Bewegung ist, kann nichts die Hoheit dieser Scene übertreffen. Die ungeheuren Schatten- und Lichtmassen, von tausend seltsamen Formen zurückgeworfen, die verschieden geformten Gebirgszacken, die tiefen Höhlen, in die das Meer mit fürchterlichem Gebrülle hineinrast, die ungeheuren Mauern und Türme der Klippen, die sonderbaren Bergstürze u. s. w., das alles bringt eine Wirkung hervor, die über jede Beschreibung geht.“ So schildert Mackenzie den ersten Eindruck, den er von den Färöern empfing. Wie man hieraus ersieht, sind es wesentlich 2 Faktoren, die das Charakteristikon des Landes bilden: das Meer und das Gebirge; die Vegetation, die sonst einer Landschaft ihren Charakter zu geben pflegt, spielt auf den baumlosen Färöern keine Rolle.

Die eigentümliche Gebirgsformation der Färöer erklärt sich aus der geologischen Schichtung. Die Inseln bilden eigentlich eine Hochfläche von circa 300 *m* Höhe, die einerseits gegen das Meer zu in schroffen Terrassen abfällt, wie sich aus ihr in ebensolchen Terrassen die hochragenden Bergzacken (färöisch: Tindur) erheben. Nun wechseln regelmässig Schichten von Trapporphyr und basaltischen Gesteinsarten in der Dicke von 50 bis 100 *m* mit lehmartigen Erdschichten von 1 bis 3 Fuss Dicke ab. Letztere verwittern durch die atmosphärischen Einflüsse und werden mit der Zeit weggespült, dann stürzt das überhängende Gestein ab und bildet kolossale Steinfelder (färöisch: Urd), während der stehengebliebene Teil eine senkrechte hohe Felswand (färöisch: Hamar) darstellt. Wenn sich ein Steinsturz im Laufe der Zeiten mit einer dünnen Erdschicht überzieht, und das Gras Wurzeln fassen kann, so kontrastiert das leuchtende Grün dieser Abhänge auf das merkwürdigste mit den schwarzen nackten Wänden, die sich drohend über ihnen auftürmen; noch auffälliger wirkt der Kontrast, wenn

die Abhänge von Schnee bedeckt sind, und Reisende wissen nicht Worte genug zu finden, das Bizarre dieser Scenerie zu schildern. Aus dieser geologischen Beschaffenheit erklärt sich auch die eigentümliche Thalbildung, die nicht wie gewöhnlich eine Gliederung der Bergmasse mit sich bringt, sondern wie in den norwegischen Hochebenen, z. B. der Hardangervidda, mehr den Charakter von Einfurchungen, Rissen in einer Ebene, trägt. Diese Risse bilden meist unwegsame Schluchten (färöisch: Skard); nur die gegen das Meer sich öffnenden Thäler (färöisch: Bottnar) sind etwas gangbarer. Daraus erklärt sich, dass die Thäler nicht wie in anderen Gebirgsländern zugleich Pfade und Passübergänge bilden; sie steigen schroff auf und verlieren sich zuletzt als flacher Riss in einer Felswand; auf Kunö z. B. müssen die Einwohner 650 *m* hoch steigen, um die nicht einmal eine halbe Meile breite Insel zu durchqueren. Überhaupt ist es nicht so sehr die Höhe (der höchste Punkt der Färöer ist nicht ganz 950 *m* über dem Meere), als die Schroffheit der Formen, die den Färöern ihr imposantes Aussehen verleiht. Besonders an den Küsten, wo das Meer mit seinen heftigen Strömungen an der Zerstörung der Felsmassen teilnimmt, zeigen sich die bizarrsten und seltsamsten Formen. Die Küsten fallen an einzelnen Stellen fast senkrecht 300 bis 450 *m* ab; in den schmalen Fjorden drängt sich das Meer in reissenden Strömungen durch, und bei bewegter See nimmt die Brandung oft ganz unglaubliche Dimensionen an. Landt sah Wogen, deren Schaum bis zu 160 *m* emporgespritzt wurde. Die Gewalt des Wassers hat denn auch im Laufe der Jahrtausende die Küste buchstäblich zerfressen, den Klippen wunderliche Gestalten gegeben, Löcher und Höhlen in die Wände gegraben, die mitunter, wie z. B. die berühmte Zeolithhöhle auf Nolsö, so tief hineingehen, dass man die Brandung von der anderen Seite dumpf durch die dünne trennende Felsenschicht hören kann. Die zahllosen Zinken und Zacken, schartigen Türme und Hörner der Küste vergleicht Mackenzie mit dem gotischen Spitzenwalde der Westminsterabtei. An einigen Stellen kommt noch der Schmuck prächtiger Basaltsäulen dazu, denen nur die unmittelbare Berührung mit dem Meere fehlt, um an Schönheit mit der berühmten Fingalsgrotte auf Staffa wetteifern zu können.

Trotz ihrer nördlichen Lage erfreuen sich die Färöer eines sehr milden Klimas, da sie in den Ausläufern des Golfstromes liegen; Schnee fällt nur in der Zeit von Oktober bis April, das Wetter ist mild, jedoch unbeständig, feucht und nebelig.

Wenn trotz des milden Klimas die Färöer baumlos sind, und die Vegetation sehr unbedeutend ist (Berg zählt nur 307 Arten Blütenpflanzen), so ist dies wohl den scharfen Stürmen, die über das Gebirge hinrasen, und der mangelnden Dicke der Humusschicht, die nur eine dünne Kruste über dem Steine bildet, zuzuschreiben.

Infolge des hohen Breitengrades, unter dem die Färöer liegen, ist der Unterschied der Tageslängen sehr bedeutend: der längste Tag währt über 20 Stunden, der kürzeste nicht ganz vier."

**Die Oberflächengestaltung der Insel Island** schildert auf Grund eigener 10-jähriger Forschungen Th. Thoroddsen [1]). „Bekanntlich ist Island ein Plateauland, aus älteren und jüngeren vulkanischen Massen aufgebaut; ältere Bildungen als aus der Tertiärzeit hat man nirgend gefunden. Die durchschnittliche Höhe des Landes beträgt wohl ungefähr 5—600 *m*; die wenigen Niederungen sind klein und nehmen nur etwa $^1/_{14}$ des ganzen Areals ein. Die Besiedelung ist allein auf die Niederungen, die Küstenstriche und mehrere schmale Thäler beschränkt, das grosse Hochland dagegen ist vollständig unbewohnbar, nur seine äusseren Ränder werden zu Sommerweideplätzen für die Schafe benutzt. Island ist aus Basalt und Palagonitbreccie aufgebaut; die Breccie findet sich in der Mitte und breitet sich mehr nach Süden aus, der grösste Teil der West-, Nord- und Ostküste aber besteht aus Basalt. Über die inneren Hochflächen erheben sich die grossen Gletscherberge wie breite Kuppeln; die grössten ruhen besonders auf Breccie, und wo die Gletscher beinahe an das Meer grenzen, wie an der Südküste, finden sich weder Fjorde, noch Häfen, dieselben sind durch die von den Gletschern herabgeführten Grusmassen ausgefüllt worden. Die Basaltgegenden sind dagegen von zahlreichen Fjorden durchklüftet, und es finden sich in ihnen viele gute Häfen, oft hinter schmalen Landzungen, die vielleicht ursprünglich Moränen gewesen sind.

Seen giebt es viele in Island, doch sind die meisten nur klein. In den Thälern der Basaltgegenden findet man oft tiefe Seen, die im festen Gesteine ausgehöhlt sind, wie z. B. das Lagarfljót, dessen Wasserspiegel 26 *m* über dem Meere liegt, während sich sein Boden 84 *m* unter dem Meere befindet. Auf dem Hochlande sieht man grosse Gruppen von Moränenseen. An einzelnen Stellen sind in neuerer Zeit bedeutende Seen durch Aufstauung von Gletscherflüssen entstanden (Dyngjuvatn); einzelne Seen haben sich in eingesunkenen Partien von Lavaströmen gebildet (wie das Myvatn), noch andere sind typische Kraterseen.

Tektonische Bewegungen, Senkungen, besonders Grabensenkungen und Kesselbrüche haben bei Islands Bildung eine grosse Rolle gespielt, während die Oberfläche im Detail durch die Erosion ausgemeisselt worden ist. Eigentliche durch Seitendruck entstandene Bergketten kennt man in Island nicht. Wenn man an der isländischen Küste, besonders der des Ost- und Westlandes, entlang segelt, so fällt die Gestalt der Basaltberge sogleich auf. Die beinahe senkrechten Bergwände erscheinen wie cyklopische Mauern, die aus wagerechten oder wenig geneigten Felsschichten, bis zu hundert an der Zahl, bestehen. Diese Basalte sind durch

---

[1]) Verhandl. d. Gesellsch. f. Erdkunde zu Berlin 1893. **20.** p. 203 u. ff.

vulkanische Eruptionen in der Tertiärzeit entstanden, man sieht noch die Schlackenkrusten und die Lavawellen an den einzelnen Basaltbänken. Die Mächtigkeit der Basaltformation kann nicht mit Sicherheit bestimmt werden, sie kann aber wohl kaum geringer sein als 3000 *m*. Die Wirkung der Erosion in den Basaltgegenden kann man leicht studieren; Schritt für Schritt kann man hier die Bildung der Erosionsthäler verfolgen, indem sich die verschiedenen Entwickelungsstufen dicht nebeneinander befinden. Die Basaltformation wird durch Braunkohlenbildungen aus der miocänen Zeit in 2 Niveaus gesondert; hier hat man in den Thonschichten Überreste einer bedeutenden Vegetation mit amerikanischem Gepräge gefunden; damals ist die Temperatur in Island dieselbe gewesen wie heutzutage die Norditaliens. Die Braunkohlenbildungen befinden sich an verschiedenen Orten in Island auf verschiedenen Niveaus, wegen der Brüche und Senkungen, denen die Landfläche ausgesetzt gewesen ist, so dass sie beim Studium der Dislokationen behilflich sind. Es lässt sich mit grösster Wahrscheinlichkeit annehmen, dass Island in der Tertiärzeit mit Europa und Amerika durch eine Länderbrücke zusammenhing, und dass es nur als Rest grosser tertiärer Ländergebiete dasteht.

Der mittlere Teil von Island wird von der Palagonittuffformation eingenommen, welche aus feinen Tuffen und groben Breccien, Aschen und Grus, von alten Vulkanen ausgeworfen, zusammengesetzt ist; in dieser Formation finden sich häufig verzweigte Basaltgänge und intrusive Massen. Der Palagonittuff scheint im ganzen jünger zu sein als die Basaltformation."

Islands Gletscher haben ein Gesamtareal von 13 400 *qkm*. Das isländische Klima ist ganz besonders für die Entwickelung grösserer Gletscher geeignet, indem die Luft rauh, kalt und feucht ist. Der Niederschlag ist an der südöstlichen Küste bedeutend, und hier befindet sich auch der 8000 *qkm* grosse Vatnajökull. Die Luft ist an der Küste beträchtlich feuchter als drinnen im Lande, und dies drückt sich auch in der Höhe der Schneegrenze aus; dieselbe beträgt auf der Südseite des Vatnajökull 600 *m*, auf der Nordseite aber 1300 *m*. Der Gletscher Breidamerkurjökull geht auf der Südseite bis auf 20 *m* herab, auf der Nordseite liegt das niedrigste Gletscherende 765 *m* über dem Meere. Das Aussehen der grossen isländischen Gletscher nähert sich dem Gletschertypus der Polarländer; die höchsten Kuppen des Landes sind mit flachen oder schwach gewölbten Firnfeldern bedeckt, von denen verhältnismässig wenige, aber sehr breite und grosse Gletscher herabsteigen, so hat der Gletscher Dyngjujökull ein Areal von 400 *qkm*. Dem Lande eigentümlich sind die sogenannten „jökuhlaup" (Gletscherstürze); solche entstehen, wenn die eisbedeckten Vulkane Ausbrüche haben. Die grossen Sandstrecken unterhalb der Gletscher werden bei solchen Gelegenheiten überschwemmt und in ein brausendes Meer voll schwimmender Eisstücke verwandelt. Die Wasserflut führt eine

grosse Menge Grus und Felstrümmer mit sich; in historischer Zeit sind dadurch Fjorde und kleine Buchten ausgefüllt worden, und Landspitzen, die sich früher ins Meer hinaus erstreckten, ragen jetzt aus ödem Sande ziemlich fern von der See empor. Diese Katastrophen haben oft grosse Verwüstungen verursacht; bei dem Ausbruche des Öroefajökull im Jahre 1350 wurden an einem Morgen 40 Gehöfte und 2 Kirchen in die See hinausgefegt.

„Während der Eiszeit ist Island ganz und gar mit einer besonderen Eisdecke bedeckt gewesen, welche eine Mächtigkeit von etwa 1000 *m* gehabt hat. Die Gletscherstreifen gehen radial von den Hochflächen des Landes aus nach der Küste hinab. — In den mittleren Teilen von Island finden sich doleritische Lavaströme, welche deutlich vom Eise geschrammt und von den Gletschern der Eiszeit bearbeitet sind; selbst die Ausbruchsstellen dieser präglazialen Lavaströme finden sich an vielen Orten, sie folgen denselben Spaltensystemen wie die modernen Vulkane; einzelne isländische Vulkane, z. B. der Snoeföllsjökull, sind sowohl vor als nach der Eiszeit thätig gewesen. Auf der Nordküste von Island finden sich „Crag“-Schichten, welche dem englischen „red Crag“ gleichen; unter den dortigen Muschelschalen giebt es viele amerikanische Typen, welche darauf hinzudeuten scheinen, dass die Strömungsverhältnisse im Meere um Island herum schon damals ungefähr dieselben gewesen sind wie jetzt.

In Island findet man viele Spuren einer negativen Verschiebung der Strandlinie in postglazialer Zeit, besonders im nordwestlichen Island; hier finden sich Strandlinien und Brandungsterrassen, Schuttterrassen, Muschelschalen, Walrossknochen und altes Treibholz ziemlich weit von der See entfernt; auch sieht man ansehnliche Höhlen, die bei höherem Wasserstande von der Brandung gebildet sind. Im nordwestlichen Island gruppieren sich die Strandlinien in 2 Niveaus, einem höheren 70—80 *m*, und einem tieferen 30—40 *m* über dem Meere. Am Schlusse der Eiszeit sind alle isländischen Niederungen vom Meere bedeckt gewesen, und seitdem hat sich die Küstenlinie beständig zurückgezogen.

Sehr grosse Strecken (11—12000 *qkm*) sind im mittelsten Island mit neuerer Lava bedeckt. Die höher gelegenen isländischen Lavafelder sind fast ganz ohne Vegetation; einen trostloseren Anblick kann man kaum finden. Die grösste zusammenhängende Lavawüste ist das Odádahraun im Norden des Vatnajökull; es bedeckt eine Fläche von über 4000 *qkm* und liegt 600—1200 *m* über dem Meere. Das Volum dieses Lavafeldes beläuft sich wenigstens auf 216 *cbkm*; es ist durch die Ausbrüche von etwa 20 Vulkanen gebildet worden. Die gewöhnlichen Definitionen von Vulkanen sind in Island nicht recht zutreffend; die gewöhnliche Vesuvform, ein kegelförmiger Berg mit abwechselnden Schichten von Lava und Asche, ist nicht sehr häufig, findet sich aber doch. Kuppelförmige Lavavulkane mit geringer Neigung ($1^{0}$—$8^{0}$) wie auf den Sandwich-

inseln, sind sehr gewöhnlich, wie z. B. die Trölladyngja, die eine Höhe von 1491 *m* und einen Durchmesser von 15 *km* hat. Die häufigste Form vulkanischer Ausbruchsstellen in Island besteht darin, dass sich auf einer Spalte in der Erde eine Reihe niedriger Krater gebildet hat; solche Kraterreihen können oft eine Länge von mehreren Meilen haben. Es kommt zuweilen vor, dass die Lava aus der Spalte nach beiden Seiten ausfliesst, ohne dass sich ein eigentlicher Vulkan oder Krater bildet.

Seit der Besiedelung Islands im 9. Jahrhunderte sind über 20 Vulkane thätig gewesen; doch sind die Nachrichten aus den älteren Jahrhunderten allzu spärlich, und vieles ist vergessen worden. Hekla und Katla haben die meisten Ausbrüche gehabt, Hekla 21, Katla 12. Viele dieser Ausbrüche haben grossen Schaden an Eigentum und Menschenleben verursacht. Der grösste Ausbruch in geschichtlicher Zeit war derjenige an der Skaptá im Jahre 1783. Die Folgen des Ausbruchs waren schrecklich: von allem Hornviehe in Island kam die Hälfte um, von den Schafen 80 %, von den Pferden 77 %; 9300 Menschen, etwa $^1/_5$ der ganzen Bevölkerung, gingen in den nächsten 2 Jahren an Hunger und Krankheiten zu Grunde. Die Asche aus den Vulkanen hat oft grosse Strecken bedeckt und ist nicht selten über den Atlantischen Ozean fortgeführt worden, so bei einem Ausbruche der Askja 1875 bis nach Stockholm.

„Man hat früher geglaubt, dass die Vulkane in Island ausschliesslich an die Palagonitbreccie gebunden seien; dies ist jedoch nicht der Fall. Die isländischen Vulkane sind, wie alle anderen Vulkane, an Spalten gebunden, und es hat sich herausgestellt, dass die Vulkane im mittleren Teile von Island einen grossen Bogen quer über das Land bilden; es ist ein grosses bogenförmiges Senkungsgebiet, welches Jahrtausende hindurch eine Masse Asche und Lava hervorgebracht hat.

Der Flugsand bedeckt an vielen Stellen grosse Flächen; die Höhlungen der Lavaströme sind oft mit feiner vulkanischer Asche ausgefüllt, aber der gewöhnlichste Flugsand wird aus verwittertem Palagonittuffe gebildet. Der Palagonitstaub bildet in den Thälern und Niederungen sekundäre Schichten, die oft mit Pflanzenstengeln durchwebt sind und von den Isländern „móhella“ genannt werden. Auf den inneren Hochflächen sind die Stürme oft sehr heftig und greifen die Felsen stark an, wenn der Sand und der Grus über sie dahin fliegt, so dass grosse Felsflächen aussehen, als wären sie blatternarbig. Trockener Glazialthon und Bimssteinstaub können mitunter zu kleineren Flugsandbildungen Veranlassung geben.

Warme Quellen sind zu Hunderten über ganz Island zerstreut und stehen mit der Tektonik des Landes in enger Verbindung; kohlensaure Quellen finden sich besonders auf der Halbinsel Snoefellsnes und Solfataren in der Mittelpartie, wo es noch thätige Vulkane giebt. Bei den Solfataren findet man immer eine Menge

kochender Thonkessel in verschiedenen Farben. Nirgend in Island finden sich so grossartige Solfataren wie in den Kerlingarfjöll beim Hofsjökull; sie waren noch ganz unbekannt, als Verf. sie auf einer Reise 1888 entdeckte. Jene Berge — die Kerlingarfjöll — bestehen aus hellfarbigem Liparite, und in ihrem nördlichen Teile sind eine Menge Klüfte und kleine Thäler, wo die Felsen ganz von schwefelsauren Dämpfen durchkocht sind. Aus jeder Kluft steigen unzählige Dampfstrahlen, wie Lokomotiven heulend und pfeifend empor; es finden sich da eine Menge kochender Schlammpfuhle, unten in der Erde hört man ein dumpfes Dröhnen, und der Erdboden bebt einem unter den Füssen. Keine Spur von Vegetation ist zu sehen; allein die Felswände prangen dennoch in allen möglichen Farben, da die Gesteinsarten von den schwefelsauren Dämpfen umgebildet worden sind. Man muss genau Acht geben, wohin man tritt, um nicht mit den Füssen in den kochenden Schlamm zu geraten, welcher an manchen Stellen nur mit einer dünnen Kruste bedeckt ist.“

**Die Bahamainseln** sind von Albert S. Hitchcock geschildert worden[1]). Diese Inseln mit ihren Bänken bilden ein unregelmässiges Dreieck. Der nordwestliche Teil liegt als Little Bahama bank unter 27° 25′ nördl. Br. und 79° 10′ westl. L., der südwestliche als Great Bahama bank unter 23° nördl. Br. und 79° westl. L., die Navidad bank ein wenig östlich und südlich von 20° nördl. Br. und 69° westl. L. Die östlichsten Inseln sind die Turkinseln in 21° 30′ nördl. Br. und 71° westl. L. Die Messungen sind sämtlich auf der 100-Fadenlinie gemacht, wo in den meisen Fällen die Tiefe der Gewässer im allgemeinen von weniger als 15 Faden bis zu einer Tiefe von 100 oder 200 Faden plötzlich abfällt. Im Norden ist Little Bahama bank, welche in Great Bahama bank und die Abacoinseln zerfällt. Sie wird von der Great Bahama bank getrennt durch den nordöstlichen Providencekanal mit einer Breite von 25 Miles und einer grössten Tiefe von 2222 Faden, sowie durch den nordwestlichen Providencekanal mit einer Breite von 23 Miles an dem östlichen und westlichen Ausläufer, und einer Tiefe von 1312 und 439 Faden. Von Florida ist sie durch einen Abstand von 50 Miles und eine Tiefe von 439 Faden geschieden. Great Bahama bank wird im Norden durch eine ozeanische Zunge von 740—1200 Faden eingeschnitten. Ihr westlicher Teil liegt nördlich um 40 Miles von Florida ab, und zwar mit einer Tiefe, welche von 540 bis zu 460 Faden abnimmt. Im Südwesten trennt sie der Santaremkanal von Salt-Cay-bank durch eine Entfernung von 30 Miles und eine Tiefe von 340—360 Faden. In gleicher Weise ist sie von Kuba mittels eines Kanales getrennt, welcher sich an seinem südwestlichen Bogen auf etwa 12 Miles verschmälert. Sein seichtester

[1]) Missouri Botanical Garden 1893. **4.** Natur 1893. Nr. 39. Nach letzterem Berichte oben der Text.

Teil befindet sich südöstlich von Salt-Cay-bank, wo die grösste Tiefe etwa 260 Faden beträgt. Nun wendet sich die Bank östlich, und die Meerestiefe sinkt rasch gegen Süden auf 700 und 800 Faden. Östlich dehnt sie sich nahe an 75° westl. L., nördlich und westlich mit einem langen Zweige nach dem Osten einer ozeanischen Zunge, Long Island, Great Exuma und den nordwestlichen Winkel von New Providence einschliessend. Dieser Teil ist südöstlich von dem Exumasunde tief eingeschnitten, um welchen sich die Bank herumschlingt, indem sie Eleuthera und Cat-Island vom Ozeane abschliesst. Der Exumasund hat eine Tiefe von 800 — 1000 Faden, wogegen das Wasser über den Bänken selten mehr als 15 Faden Tiefe besitzt. In gleicher Linie mit diesem östlichen Rücken und südlich von Cat-Island liegt Conception Island in einer Entfernung von 20 Miles, und Rum Cay, 10 Miles weiter. Hier beträgt die Tiefe 800 Faden zwischen den ersten beiden und 650 Faden zwischen der 2. und 3. Insel. Watlings Island, etwa 17 Miles nordöstlich von Rum Cay, liegt gänzlich vereinzelt, von letzterem durch eine Tiefe von 1260 Faden, von Cat-Island durch eine solche von 2480 Faden getrennt. — Östlich des südlichen Endes der Great Bahama bank befindet sich die Acklininselgruppe mit der dazwischenliegenden Crooked Island Passage. Sie besteht aus den Inseln Crooked, Fortune und Acklin. Die Passage ist an der schmalsten Stelle etwa 30 Miles breit und hat eine Tiefe von 1290 Faden. In südöstlicher Richtung liegen Mariguana, Caicas und schliesslich die Turkinseln. Von Hayti werden die Inseln durch Tiefen von meist über 2000 Faden geschieden. Inagua, etwa 60 Miles nördlich von dem Westende Haytis entfernt, bildet die südlichste Insel der Bahamas. Ihre Entfernung von Kuba beträgt ungefähr 50 Miles, während Tiefen bis zu 1698 Faden sondiert wurden. Von da nimmt die Tiefe ab, je mehr man südlich von der Great Bahama bank sich dem Old Bahama Channel mit 700—800 Faden nähert.

Aus diesen Verhältnissen zwischen den Bahamas, Florida, Hayti und Kuba ersieht man, dass hier ein untermeerischer Gebirgsrücken vorhanden ist, welcher Yukatan und Kuba verbindet. Die kürzeste Entfernung beträgt etwa 15 Miles, aber das seichteste Wasser liegt etwas nördlich mit einer Tiefe von 600 Faden; nur eine extreme Tiefe zeigt über 1000 Faden. Ein ähnlicher Rücken verknüpft Honduras mit Jamaika, doch beträgt die grösste Tiefe nur 700 oder 800 Faden. Jamaika und Kuba sind durch Tiefen von 1100 — 2000 Faden auseinander gehalten, Jamaika und Hayti durch seichteres Wasser, aber durch eine extreme Tiefe von über 1000 Faden. Kuba und Hayti sind mittels eines submarinen Rückens verknüpft, welcher nördlich von der kürzesten Verbindungslinie liegt, deren Tiefe wahrscheinlich nirgends über 900 Faden hinabreicht. Von Hayti über Puerto Rico und die Windwardinseln nach Südamerika werden die Inseln durch Tiefen getrennt, welche nicht über 1100 Faden hinaus gehen. Hier liegt ein schmaler Kanal

östlich der Virgin-Islands, der etwas tiefer ist, aber ein schmales Riff trennt selbige von der Karaibischen See, verbindet Puerto Rico mit Santa Cruz und wird von einem Gewässer bedeckt, das weniger als 1000 Faden tief ist. Würde aus irgend einer Ursache die Tiefe des Ozeanes um 100 Faden vermindert, so müssten die Little Bahama- und Great Bahamabänke, sowie einige der kleineren Bänke im Südosten blossgelegt werden; die Bahamas würden dann getrennt sein von den umliegenden Inseln Floridas, und die wichtigen Kanäle müssten nun dieselben Stellen einnehmen. Um 300 Faden herabgesetzt, müsste die Great Bahama bank mit Kuba verbunden sein. Wäre das Wasser aber 500 Faden seichter als gegenwärtig, so wären die Little und Great Bahamabänke mit Florida vereinigt, und einige der Windwardinseln dürften ebenfalls miteinander verknüpft sein. Sollte aber jemals die Tiefe des Meeres bis auf 1000 Faden reduziert sein, dann wären auch Honduras und Kuba mit Florida und durch die Windwardinseln selbst mit Südamerika vereinigt. Zwischen Kuba und Yukatan, sowie zwischen Jamaika und Hayti, endlich zwischen Jamaika und Kuba, würde ein schmaler Kanal laufen. Die Watlings- und Acklininseln, sowie Inagua lägen dann isoliert, und die Entfernung zwischen ihnen und dem benachbarten Lande müsste wesentlich vermindert sein.

Der Meeresstrom fliesst westlich in die Karaibische See und auch zum Norden der Windwardinseln, und zwar $^1/_2$ bis $^3/_4$ Knoten in der Stunde. Er wächst, wie er westlich und nördlich in den Golf von Mexiko fliesst, überhastet die Kampeche- oder Yukatanbank längs der Küste von Mexiko und kehrt schliesslich nach Florida um, passiert zwischen der Halbinsel und Kuba, schliesslich nordwärts längs der Küste in den Atlantischen Ozean. Der Golfstrom erreicht das Maximum seiner Geschwindigkeit von etwa 5 Knoten in der Stunde längs der Südküste Floridas. Der Teil, welcher längs des östlichen Winkels der Windwardinseln und Bahamas fliesst, nämlich der Äquatorialstrom, verbindet sich endlich mit dem Golfstrome. Das ist allein die allgemeine Tendenz der Ströme, sobald weniger Wasser durch die Strassen von Florida ausfliesst, als zwischen die Windwardinseln einfliessen kann. — Die herrschenden Winde in den beiden Indien sind ohne Zweifel östliche, doch kalte Winde, die man Northers nennt, sind häufig im nördlichen Teile zur Winterszeit.

Die grossen Antillen gehören einer alten Formation an und mögen einst mit Mexiko oder mit Zentralamerika zusammengehangen haben; doch die Bahamas und Windwardinseln, sowie das südliche Ende Floridas, sind neueren Ursprungs. Das ganze Areal scheint sich nun in einem Zustande der Erhebung zu befinden, wie die erhobenen Riffe von Kuba und anderen Inseln, als auch das gegenwärtige Wachstum submariner Bänke, z. B. der Yukatan- und Bahamabänke, ergeben.

Alex. Agassiz schildert die wahrscheinliche Entstehung der Bahamainseln. Nach den Ergebnissen seiner Untersuchungen der Bahamabank sind die Bahamas äolischen Ursprunges. Sie wurden gebildet, als die Bänke ein grosses, niedriges, unregelmässiges Land waren, an dessen Küsten sich nach und nach Ketten von niedrigen Hügeln bildeten, ungefähr so, wie man es noch in New Providence sieht. Dann kam eine ausgedehnte, allmähliche Senkung mit etwa 100 *m*, während der das eindringende Meer das Land in jene Formen zerschnitt, wie sie heute vorhanden sind.

**Die Insel Tobago** wird von Baron H. Eggers geschildert[1]) auf Grund eigener Erfahrungen während wiederholten Aufenthaltes daselbst.

Tobago liegt unter 11° 8′ bis 11° 24′ nördl. Br., 60° 24′ bis 60° 54′ westl. L. von Greenwich in einer Entfernung von 30 *km*, nordöstlich von der Ostspitze Trinidads, ist von länglicher Figur mit der grössten Axe von Nordost nach Südwest und ist 47 *km* lang bei einer Breite von höchstens 14 *km* mit einem Flächeninhalte von etwa 350 *km*.

Die Küstenlinie ist durch eine Menge kleiner Buchten, die durch niedrige Vorgebirge voneinander getrennt sind, gebrochen, grössere Meerbusen finden sich nur bei Scarborough und Queens Bay an der Südseite und an der Nordostseite, wo die grosse Man of War Bay sich tief ins Land einschneidet.

Von kleineren anliegenden Inselchen giebt es nur wenige, die grösste ist Little Tobago, ein an der Nordostseite belegenes, etwa 150 *m* hohes unbewohntes Eiland.

Während der südwestliche Teil von Tobago sich nur wenig über das hier seichte Meer erhebt und im ganzen genommen niedrig und flach ist, steigt das Land bereits bei Scarborough bedeutend an und setzt sich bis an die Nordostspitze als ein zwar nicht sehr hohes, aber vielfach zerrissenes Gebirgsland mit steilen Schluchten und Abhängen fort, dessen Hauptrücken in der Richtung der Längenaxe der Insel streicht und in der Nähe der Man of War Bay seine grösste Höhe in dem Pigeon Point (700 *m*) erreicht.

Da dieser Gebirgsrücken in ziemlicher Nähe von der Nordseite der Insel verläuft, wird diese in zwei ungleiche Längshälften, eine breitere südöstliche, die Windward, und eine schmälere, nördliche, die Leewardseite, geteilt, deren Benennungen von ihrer Lage zum Passatwinde herrühren.

Eine Folge dieser Konfiguration ist, dass die Nordseite in schroffen Abhängen gegen das Meer abstürzt, während die Südseite mit sanften vorlaufenden Höhenzügen sich allmählicher abdacht und in der Nähe der Küste sogar hier und da kleinere Ebenen bildet.

Die Gewässer, welche an der ersteren deshalb auch nur kurze, reissende Bäche bilden können, sammeln sich an der Südseite zu

[1]) Deutsche geogr. Blätter. Bremen 1893. **16.** p. 1 u. ff.

einer ganzen Anzahl kleinerer Flüsse, welche alle in der Regenzeit oft so stark anschwellen, dass sie unpassierbar werden.

Eine Ausnahme macht jedoch der grösste Fluss der Insel, der Courland River, der in einer engen Schlucht längere Zeit gegen Süden und Westen fliesst, bis derselbe, eine nordwestliche Richtung annehmend, in der Nähe von Plymouth sich ins Meer ergiesst. Der südwestliche flache Teil des Landes ist von Flüssen und Bächen gänzlich entblösst und auch in dieser Hinsicht von der übrigen Insel verschieden.

Im allgemeinen kann die Insel, ebenso wie Trinidad, als eine Fortsetzung des Karibischen Gebirges von Venezuela angesehen werden und scheint, soweit die Untersuchungen der geologischen Verhältnisse reichen, im wesentlichen aus durch Eruption emporgehobenen und vielfach durchbrochenen Sedimentärgesteinen, besonders aus gelbem oder rotem kalkhaltigen Thonschiefer, der leicht verwittert und zerbröckelt, zu bestehen.

Im Südwesten der Insel ist der Korallenkalk vorherrschend, der hier reich an Versteinerungen ist; häufig findet man jedoch auch hier eine Schicht von gelbrotem Thone, wenngleich nur dünn und stark mit dem Kalke vermengt.

Das Verwitterungsprodukt ist auf den Höhenzügen ein gelblicher Lehm, der eigentlich nicht besonders fruchtbar zu sein scheint und keine längere Zeit anhaltende Dürre verträgt, bei genügender Feuchtigkeit sich indes als ein guter Waldboden zeigt und ebenfalls für den Anbau von Kakao und Kaffee recht wohl geeignet ist. In den Thälern und an der Küste findet sich ein tiefer, reicher, zum grössten Teile angeschwemmter Boden, der zum Anbaue der verschiedensten Tropengewächse tauglich ist und den Ruf der Fruchtbarkeit der Insel bedingt. Nur der flache Südwesten des Landes ist, hauptsächlich infolge der ungenügenden Regenmenge, dürr und unfruchtbar.

Die Küste zwischen den felsigen Vorsprüngen ist überall von einem Gürtel weissen Korallensandes eingenommen, der vom Meere nach und nach angespült ward und als aus kohlensaurem, mit dem Humus des abgefallenen Laubes und den Resten an Land gespülter Organismen vermischtem Kalke bestehend, einen besonders für Kokospalmen geeigneten Nährboden darstellt.

Vulkanische Erscheinungen kommen auf Tobago nicht vor, und auch Erdbeben scheinen auf der Insel durchaus unbekannt zu sein.

Die geographische Lage bedingt für die Insel eine Temperatur, die wie diejenige Trinidads sich durch gleichmässige Höhe auszeichnet, ohne dass die geringen Höhenzüge im stande wären, durch Entsendung eines nächtlichen, kühleren Landwindes einen wesentlichen Unterschied in der Temperatur des Tages und derjenigen der Nacht hervorzubringen.

Die Jahrestemperatur schwankt zwischen einem mittleren Minimum von 22.8° C. im Februar und einem mittleren Maximum von 31° C. im September.

Das Jahresmittel für die Insel ist in Meereshöhe 27.3° C. nach einer längeren Reihe von Beobachtungen des Commissioners L. G. Hay.

Die niedrigste gemessene Temperatur war 20° C., höchst selten fällt dieselbe indes unter 22°. Die höchste, vom Verf. am 15. Mai 1891 beobachtete, war 37° C.

Die Insel hat, ebenso wie Trinidad und die Kariben, dem Stande der Sonne nach ihre Regenzeit von Ende Mai bis Ende Dezember, wobei doch auch in den anderen Monaten des Jahres immer etwas Regen fällt, obgleich in weit geringerem Masse. Eine regenlose Zeit giebt es demnach auf der Insel nicht, und nur ganz ausnahmsweise zeigt sich eine dürre Periode von einigen Monaten.

Der herrschende Wind auf Tobago ist der Nordostpassat, der hier ein ziemlich rein östlicher Wind ist, und besonders vom November bis zum Juli stark weht, während vom Juli bis zum Oktober schwache, umlaufende, grösstenteils südliche Winde vorherrschen. In diesen Monaten erscheinen auch die berüchtigten westindischen Orkane, die noch auf Tobago zuweilen vorkommen, wenngleich nicht so häufig, als weiter nördlich, während das nur wenig südlicher belegene Trinidad ausserhalb ihres Bereichs liegt. Einer der heftigsten Orkane war der vom Jahre 1847, zu welcher Zeit unter anderem die auf einem Hügel bei Scarborough gelegenen militärischen Gebäude alle vollständig verwüstet wurden, was die Entfernung der englischen Garnison von der Insel zur Folge hatte.

Für die Seltenheit der Orkane zeugt der Umstand, dass man hier keine Fensterläden und ähnliche Vorrichtungen zum Verschliessen der Räume antrifft, welches man auf der nördlicheren Insel für ein notwendiges Schutzmittel jedes Gebäudes ansieht."

**Die Inselgruppe Juan Fernandez.** Prof. Rein verbreitete sich in einer Sitzung der Niederrheinischen Gesellschaft für Natur- und Heilkunde über die genannte Inselgruppe im Anschlusse an eine von Dr. Johow neuerdings veröffentlichte Arbeit. Die Inselgruppe gehört zur chilenischen Provinz Valparaiso, liegt westlich derselben zwischen 33° und 34° südl. Br. und 78°—79° westl. L. Sie besteht 1. aus der Hauptinsel Masatierra (Mehr zum Lande), nach ihrem Entdecker auch Juan Fernandez genannt, 95 *qkm* gross, 585 *km* von der Küste entfernt; 2. dem nur 5 *qkm* grossen Santa Clara oder der Ziegeninsel, durch einen schmalen Kanal von Masatierra getrennt, und 3. dem 160 *km* mehr westlich gelegenen Masafuera (Mehr nach aussen) mit 85 *qkm*. Juan Fernandez ist berühmt geworden durch den englischen Matrosen Alexander Selkirk, der hier auf seinen Wunsch 1705 ausgesetzt wurde und bis zum Jahre 1709 ein Einsiedlerleben führte, das

Daniel Defoe dann unter dem Namen Robinson Crusoe poetisch ausschmückte. Die Inselgruppe ist aus Grünstein und Basalt aufgebaut, im Inneren wie an der Küste vielfach zerklüftet und zerrissen, mit Bergen, die auf Masatierra bis 985 *m* und auf Masafuera auf 1850 *m* ansteigen. Sie weist von Wirbeltieren nur 4 Arten Landvögel auf, unter denen eine Drossel- und eine Kolibri-Art ihr eigentümlich sind. Dagegen findet man auf ihr noch immer viele verwilderte Ziegen, auch Rindvieh und Pferde, von früher hier ausgesetzten Haustieren abstammend. Die Küsten sind reich an Seehunden, Fischen und Krustentieren. Auf ihren Fang und die Zucht von Haustieren rechnete A. v. Rodt, als er zu einem jährlichen Preise von 1600 Dollars die Inseln im Jahre 1877 von der chilenischen Regierung in Pacht nahm. Der grösste Teil der Insel ist mit Busch- und Hochwald bedeckt, unter welchem strauch- und baumartige Kompositen, vor allem die Gattung Rea, sowie Farnkräuter eine hervorragende Rolle spielen. Dr. Johow hat die Inseln im Jahre 1892 zweimal besucht und dabei besonders den Farnkräutern viel Aufmerksamkeit zugewandt. Nach seinen Untersuchungen giebt es 45 Arten derselben. Sie machen 31 % der vorkommenden Gefässpflanzen aus und gehören meist Arten an, welche auch auf dem benachbarten Festlande und zum Teile auch sonst weit verbreitet sind. Der endemischen Arten giebt es nur sieben. Auffallend ist, dass die Insel Masatierra von der ganzen Zahl 43 Arten, Masafuera 19 und Santa Clara nur 3 Arten aufweist. Dr. Johow gruppiert sie nach ihren Standorten und giebt auch sonst noch manche interessante Aufschlüsse über dieselben.

**Neuguinea.** Eine Zusammenstellung und kritische Bearbeitung des durch die verschiedenen Forschungsreisen bis zur Gegenwart über Neuguinea zusammengebrachten Materials giebt A. Oppel[1]). Neuguinea, sagt er, wäre zwar gross genug, um als selbständiger Landkörper gelten zu können, und, auf der Karte betrachtet, bietet es sich auch als einen solchen dar. Gehe man aber der Sache auf den Grund, in diesem Falle auf den Meeresgrund, so zeige sich dieser in unmittelbarer Umgebung des Landes je nach den Örtlichkeiten zwar von verschiedener Tiefe, aber doch nirgends sehr tief.

„Anders aber erscheinen die Meerestiefen, wenn man sich von den Küsten etwas entfernt. Fast auf der ganzen Nordseite sinkt der Meeresboden rasch in eine Tiefe von 2000 *m* und mehr hinab, und schon am Äquator, der doch von der Nordspitze der Insel nur 40 *km* entfernt ist, liegt der Meeresgrund bei etwa 5000 *m*. Ähnliche Verhältnisse liegen sowohl im Osten als auch im Westen vor, insofern in diesen Richtungen der Meeresboden nicht nur verhältnismässig rasch bis zu einer mittleren Meerestiefe von etwa 5000 *m* hinabsinkt, sondern auch, weil gewisse Inseln und Inselgruppen von dem Hauptkörper nur durch flache Meeresteile geschieden sind.

[1]) Deutsche geogr. Blätter. 1893. **16.** p. 20 u. ff.

Ganz andere Verhältnisse als die vorherbeschriebenen finden wir im Süden. Da ist, wenigstens gegenüber den nördlichen Teilen von Australien, überall nur Flachsee anzutreffen, die nirgends eine Tiefe von 200 *m* erreicht. Da wo die grösste Annäherung zwischen den beiden Landkörpern stattfindet, d. h. in der Torresstrasse, beträgt die durchschnittliche Tiefe nur 15 *m*, die grösste aber 22 *m*, und diese liegt in der Nähe des Kap York.

Aus dieser Betrachtung geht hervor, dass sich Neuguinea mit den erwähnten Nachbarinseln auf einem submarinen Plateau von geringer Tiefe erhebt, das ausserdem noch das kontinentale Australien und Tasmanien trägt. Aus dem Umstande aber, dass die Flachseen in der Nähe der Insel zahlreiche Korallenstöcke aufweisen, darf man schliessen, dass die Trennung zwischen Australien und Neuguinea infolge Senkung gewisser Oberflächenteile eintrat, welche nun vom Meere bedeckt erscheinen. Ob freilich diese Bewegung noch weitere Fortschritte macht, darüber lässt sich zur Zeit nicht einmal eine Vermutung aussprechen.

Nach der Beschaffenheit des Meeresbodens zu urteilen, steht also Neuguinea in einem gleich nahen Verhältnisse zu Kontinentalaustralien wie Tasmanien. Diese drei müssen einst zusammen ein Festland gebildet haben, das an Grösse hinter Europa keineswegs zurückstand.

Obgleich sich nun Neuguinea auf einer durchaus flachen Meeresbank erhebt, und obgleich fast überall an der Meereskante Korallenbildungen angetroffen werden, so ist doch die Küstenbeschaffenheit keineswegs überall dieselbe.

Für die Verschiedenheit der Küstenbildung giebt die Oberflächenbildung des Landes den massgebenden Grund ab. Nach dem Wenigen, was man davon weiss, muss man annehmen, dass entlang der Hauptlängsaxe von Kap Sele bis zum Ostkap ein Gebirge zieht. Dieses füllt im äussersten Westen und Osten den ganzen vorhandenen Landraum aus; hier bilden sich daher zahlreiche felsige Vorsprünge, mehr oder minder steile Küstenabstürze und eine grosse Zahl kleinerer Buchten. Im zentralen Teile, wo das Land seine grösste Masse entfaltet, füllt das Gebirge keineswegs den ganzen Raum aus, sondern verläuft etwa parallel der Nordküste, aber von dieser doch um ein gutes Stück entfernt. Wenn auch diese zentrale Hauptkette freilich noch nirgends mit voller Gewissheit festgestellt ist, so unterliegt es doch keinem Zweifel, dass der nördliche Teil des Hauptkörpers vorwiegend gebirgig, der Süden desselben aber eine grosse Tiefebene ist. Dementsprechend zeigt auch der Norden vorwiegend steile Küstenformen, der Süden dagegen besitzt die typische Tropenflachküste. Hier sind die Ufer von zahlreichen Kanälen durchschnitten, welche das Meer in das Innere des Landes sendet. Diese Kanäle bilden an vielen Stellen förmliche Netze, welche das niedrige Land in lauter kleine Inseln zerspalten, von denen Teile mit dem periodischen Steigen des Meeres

bald überflutet, bald wieder bei Ebbe trocken gelegt werden. Diese engen Kanäle, sagt Th. Studer, umwuchert von einer exuberanten Vegetation, hauchen unter der senkrechten Sonne giftige Dünste aus, welche den Aufenthalt für den Menschen oft unmöglich machen. Die vorherrschende Pflanze dieser Gegenden ist die Mangrove, welche grosse Teile der Küste Neuguineas mit ihrem seltsamen Wurzelgeäste überzieht.

Während also die Flachküsten in landschaftlicher Beziehung eintönig, vom praktischen Standpunkte aus aber schwer zugänglich sind und keinen Nutzen darbieten, zeigen die gebirgigen Strecken nicht nur stellenweise hohe malerische Reize, sondern sie gewähren auch gute Gelegenheit zur Ansiedelung und zur Ausnutzung des Landes. In diesen wie in anderen Beziehungen sind der Westen, Osten und Norden vor dem Süden in auffälliger Weise bevorzugt.

Sowohl wegen seiner Oberflächengestalt, als wegen seiner geographischen Lage in dem regenreichsten Teile der Tropen, besitzt Neuguinea ein ausgezeichnetes Flussnetz; das darf man schon jetzt sagen, wo doch kaum die Hälfte der vorhandenen Flüsse an den Mündungen bekannt geworden ist. An Reichtum und Fülle der fliessenden Gewässer übertrifft Neuguinea nicht nur das in klimatischer Beziehung so ungünstig gestellte Australien, sondern vielleicht auch Landkörper wie Borneo und Madagaskar, denen es nach Grösse und Klima so nahe steht.

Von den drei politischen Anteilen dürfte bezüglich der fliessenden Gewässer der deutsche verhältnismässig am besten, der niederländische dagegen am schlechtesten bekannt sein; der britische endlich enthält wohl noch manchen ansehnlichen Strom, von dem man jetzt entweder nur den Unterlauf oder die Mündung oder nicht einmal diese kennt. Jedenfalls liegen hier die verhältnismässig längsten Wasseradern, da eben die Hauptwasserscheide der Nordküste genähert ist.

„Ausserordentlich gross,“ heisst es in einem offiziellen Berichte über Kaiser Wilhelmsland, „ist der Reichtum des Landes an lebendigem Wasser. Ausser den grösseren Flüssen wie Kaiserin Augusta-, Margareten-, Ottilien-, Gogol-, Kabenau-, Markham- und Franziskafluss bestehen noch zahlreiche Flussläufe, von denen bisher nur die Mündungen bekannt sind. Die an der korallinischen Zone zum Meere strebenden Wasserläufe sind meist Gebirgsbäche oder Bergströme, welche nur vereinzelt für Böte und kleinere Fahrzeuge schiffbar sind, aber oft ein sehr breites, steiniges Bett haben und zeitweilig grosse Wassermengen führen.“

Flüsse zweiten Ranges sind namentlich im britischen Anteile ziemlich viele vorhanden, so der Morehead-, der Bamu-, der Philp-, der Stanhope-, der Queens Jubilee-, der St. Joseph-, der Vanapa-, der Laroki-, der Kemp Welshfluss u. a. Aber nur bei wenigen derselben, wie beim Vanapa und dem Kemp Welsh, ist man bis in die

Quellregion vorgedrungen, bei den anderen aber ist die Kenntnis mehr oder weniger unvollständig."

Von der Gebirgsbildung Neuguineas weiss man nur wenig Bestimmtes. Das Arfakgebirge begleitet die Nordküste der Halbinsel mit Höhen von teilweise 1200 bis 1300 *m*, steigt aber dann an der Ecke des grossen Geelvinkbusens zu 2902 *m* an und wendet seinen Steilabfall dem ebengenannten Meeresbecken zu. Nach holländischen Karten ist das Innere der Halbinsel etwa 600 *m* hoch, während die Anhöhen, welche das Nordufer des Mac Cluer-Golfes bilden, sich nur 100 *m* über diesen erheben. Durch eine Landzunge mit niedrigen, felsigen Hügeln, welche nach Missionär Geisler nur eine Viertelmeile breit sind, steht die Halbinsel Berau mit der Halbinsel Onin in Verbindung, welche zwar durchweg gebirgig zu sein scheint, aber doch nicht so hoch wie ihre Zwillingsschwester. Immerhin enthält sie ansehnliche Höhen; so den Genoffo 1500 *m* an der Bai von Argoeni und den Lamansieri 750 *m* an der Tritonbai. Jenseits der Ätnabai beginnt nun jene Erhebung, von der man annehmen muss, dass sie im Zusammenhange quer durch den Hauptkörper der Insel hindurchstreicht. Am Kap Boeroe erhebt sich der Lakahiaberg 1391 *m*, über den in östlicher Richtung Berg auf Berg aufsteigt. In dieser Kette, der man den Namen Charles Louis-Gebirge gegeben hat, scheint nach den Beobachtungen der Seefahrer ein Gipfel vorhanden zu sein, welcher Schnee trägt. Der bekannte englische Forschungsreisende Wallace bezeichnet das angeblich 5000 bis 6000 *m* hohe Charles Louis-Gebirge als die höchste Erhebung zwischen Himalaya und Anden und nennt es „apparently snow covered". Der erste, der dort Schnee gesehen haben will, war der holländische Kapitän Jan Carstens 1629. Dieselbe Beobachtung machte Kapitän Steenboom auf der Korvette „Triton" 1823.

Im Kaiser Wilhelmslande zieht eine mächtige Erhebung in der Richtung Nordwest zu Südost und steigt, nach Schätzungen, an einzelnen Stellen zu Höhen von 4000—5000 *m* auf. Von diesem Zentralgebirge aus laufen niedrige Gebirgszüge aus oder sind ihm vorgelagert, zwischen und vor denen sich nach der Nordküste zu mehr oder minder ausgedehnte Ebenen ausbreiten.

Die im Süden des deutschen Schutzgebietes belegenen Gebirge sind reich gegliederte Erhebungen mit schmalem Rücken, schmaler Grundfläche und steilem Abhange. Abweichungen davon bilden einerseits die an der Küste von Kalueng bis Kap König Wilhelm sich bemerkbar machenden Terrassen, welche in ihrer obersten Stufe häufig kleine Hochplateaus enthalten, anderseits einige warzenförmig aus dem übrigen Gebirge hervorstehende Bergkuppen, zu denen auch der Sattelberg bei Finschhafen gehört.

In welchem Verhältnisse diese Gebirge zu derjenigen Kette stehen, welche die Südgrenze der Augustaebene bildet, darüber lässt sich zur Zeit nicht das Geringste sagen. Anders steht es mit dem Mount

Yule und dem Owen Stanley-Gebirge, dasselbe muss bis auf weiteres als die höchste Erhebung Neuguineas angesehen werden.

Der Hauptpunkt des Owen Stanley-Gebirges ist der Mt. Victoria, 4000 *m* hoch, ausserdem liegen in dessen Nähe noch acht Berge zwischen 4000 und 3000 *m*.

Ein grosser Teil des westlichen Neuguinea scheint aus sedimentären Gesteinen zusammengesetzt zu sein. An der Galewostrasse und am Mac Cluergolfe sind gewisse Anzeichen vorhanden, welche darauf hindeuten, dass dieser Teil der Insel in einer nicht sehr fernen Zeit eine Senkung erlitten hat. Der Hauptkanal, welcher sich von der Bai von Segaar nach Südwest ins Land erstreckt, hat vollständig den Charakter eines Flusslaufes; er bildet mehrere Windungen, an deren konvexen Krümmungen die Ufer steil sind, während sie an der Konkavseite flach erscheinen. In der Geelvinkbai dagegen zeigen sich Spuren von Hebungen."

Nach 4-jährigen Beobachtungen ist die Temperatur gleichmässig warm und feucht, an der Küste im Jahresmittel etwa 26° C., im Inneren, z. B. in der Augustaebene etwas höher. Das Maximum an der Küste beträgt 35° C., das Minimum 19° C. Die Schwankung der mittleren Monatstemperatur ist gering; sie bewegt sich zwischen 25.2° C. (Juni) und 26.7° C. (Februar). Eine ausgesprochene längere Trockenzeit konnte bisher nicht festgestellt werden. Regen fällt in allen Monaten und allenthalben, jedoch nach Zeit und Örtlichkeit in verschieden grosser Menge. In Finschhafen wurden 1887 bis 1890 im Mittel 2764 *mm* gemessen.

**Die Insel Sachalin** ist von Prof. A. Krassnow im Juli und August 1892 besucht worden [1]). Der südlichste Teil der Insel besitzt Tundren und gefrorenen Boden, obgleich sie unter der Breite von Triest und Lyon liegt. Die Tundraformation ist überhaupt dort sehr verbreitet; manche Strecken sind auf mehrere hundert Werst nur mit öder Tundra bedeckt. Manche Torfschichten sind bis zu 10 Faden dick, und fast überall fand Verf. unter diesen Torfschichten und Tundrabildungen Lärchenwälder begraben. Die Flüsse, welche die Tundra durchströmen, erwärmen ihren Boden mit dem Wasser; sie spielen dieselbe Rolle wie die Flüsse in der Wüste, und wie dort, so kann man auch hier dicht nebeneinander öde, wüstenähnliche Tundra und üppige Vegetation beobachten.

**Die Küstenänderungen im südwestlichen Schleswig** während der geschichtlichen Zeit behandelt R. Hansen [2]). Er rechnet zum südwestlichen Schleswig: Eiderstedt, Nordstrand, Pellworm, die Halligen und die gegenüberliegende Festlandsküste. Für die ältere Zeit um 1200 n. Chr. lässt sich nicht viel schliessen. Während des 13. und 14. Jahrhunderts hat sich das Aussehen des Gebiets erheblich verändert. Es scheint, dass die ersten grösseren Verwüstungen die

---

[1]) Verhandl. d. Gesellsch. f. Erdkunde in Berlin 1893. **20.** Nr. 7. p. 394.
[2]) Petermann's Mitt. 1893. S. p. 177.

Südostecke Nordstrands betrafen; die dafür von friesischen Chronisten angegebenen Jahreszahlen beruhen aber nur auf Mutmassungen. Jedenfalls wurde die Lundenbergharde und ein Teil der Edomsharde von der Verbindung mit Nordstrand abgerissen, und es bildete sich ein tiefer Priel zwischen Ulvesbüll, Lundenberg und Simonsberg einer- und Hersbüll — Lith — Hamm anderseits; Wittbüll und vielleicht noch einige andere dort befindliche Kapellen wurden zerstört, und zwischen dem neuen Priele und den alten Eider- und Heverarmen lagen die Inseln Lundenberg — Simonsberg und Ulvesbüll. Bald darauf schon scheint der Hauptarm der Hever zwischen Ulvesbüll und Hersbüll durchgegangen zu sein, während der südliche Arm zuzuschlicken anfing, so dass Ulvesbüll bequemer von Eiderstedt als von Nordstrand zu erreichen war. Die Trennung der Lundenbergharde ist, da in einer Urkunde von 1358 das Kirchspiel Morsum statt, wie zu erwarten, der Lundenbergharde genannt wird, vor 1358 anzusetzen.

Die Verheerung eines weiteren grossen Teiles von Nordstrand setzen die Chronisten teils ins Jahr 1300, teils 1354, teils 1362; im Volksmunde wurden die Katastrophen nach den Kalenderheiligen benannt; so gab es Marcellus-, Marien-, St. Gallen-, Allerheiligen-Fluten; für die einzelnen Jahre werden daher von den Chronisten oft verschiedene Tage angegeben. Nach Vergleichung der bezüglichen Angaben hält Verf. für die eigentlich entscheidende Sturmflut die vom Marcellustage, dem 16. Januar, 1362. Damals war durch den schwarzen Tod die Bevölkerung stark gelichtet, die Deiche waren infolgedessen vernachlässigt, und es fehlte nach dem neuen Menschenverluste an Händen, um das Verlorene durch sofortiges Einschreiten möglichst zu retten. Damals gingen verloren: ein Teil von Everschop mit den Kirchen Ivenfleth und Offenbüll und der Königskapelle, während Alt-Tetenbüll wohl noch längere Zeit in unbedeichtem Vorlande liegen blieb; ferner in Nordstrand der Flecken Rungholt, die Kirchdörfer Halgenis, Nigendamm, Unter- und Aver-Marsfleth, Akenbüll, Balum, Waldhusum, Heverdamm, die westlich auf den Inseln liegenden Kirchen von Hooge, Gormesbüll und Flerdebüll, die meisten Kirchen in der Wiedrichs-Harde, die seitdem sich in immer mehr Inseln auflöste, ferner die meisten Ortschaften im nordöstlichen Nordstrand. Die Niederungen am Festlande wurden ebenfalls verheert, und der Rest ihrer Bewohner zog sich zum grössten Teile auf den Geestrand zurück, so dass die Marschen zwischen Husum und dem südlichen Eiderarme fast menschenleer wurden. Die Ortschaften Drage und Seeth östlich von Friedrichstadt sollen damals erst entstanden, d. h. wohl, erst stark bevölkert worden sein. Die meisten Deiche waren jedenfalls vernichtet, mindestens stark beschädigt, und werden auch dort, wo man bald eingriff, vielfach weiter landeinwärts angelegt sein.

Nordstrand litt auch nach 1362 wiederholt durch Sturmfluten, und manches Stück Land musste ausgeworfen werden. Der nord-

westliche Teil, der „Bopheveringkoog“, scheint längere Jahre nur notdürftig gesichert gewesen zu sein, und in der Allerheiligenflut am 1. November 1436 wurde Pellworm von der übrigen Insel getrennt, und blieb es bis zur Wiedergewinnung des Neuen Kooges 1551. Die Trindermarsch war lange Zeit eine Insel und wurde wahrscheinlich erst 1522 wieder mit Nordstrand vereinigt. Die übrigen Inseln werden, namentlich an der Westseite, bedeutend an Ausdehnung verloren haben.

Im Anfange des 17. Jahrhunderts wurden in Eiderstedt und auf Nordstrand durch die Bemühungen der Landesherren und einzelner Privatleute viele neue Köge gewonnen; das Unternehmen Christians IV. von Dänemark, das grosse Vorland von Bredstedt einzudeichen, misslang jedoch, da man den Deich zu weit auf unreifes Wattland hinausgeschoben hatte. Die älteren Deiche, besonders auf Nordstrand, waren aber von ungenügender Stärke und ruhten teilweise auf Moorboden; der Mangel eines gemeinsamen Vorgehens seitens der „dickköpfigen“ Friesen hatte schon 1615 den Verlust von Brunock zur Folge. Da brach in der Nacht vom 11. zum 12. Oktober 1634 die zweite grosse Katastrophe herein. In Nordstrand wurden fast sämtliche Deiche vernichtet; 6408 Menschen ertranken; von den übriggebliebenen ca. 2500 wanderten noch viele aus; dem Reste fehlte es an Mitteln, das Land wiederzugewinnen, von dem in den nächsten Jahren noch 2 Drittel leicht zu retten gewesen wären; die Landesherren thaten wenig. So blieb denn ausser einigen Halligen nur ein Stück von Pellworm bewohnt, und die Deiche wurden hier bis 1637 ausreichend hergestellt; den Rest des südöstlichen Nordstrand, das Kirchspiel Odenbüll, überliess Herzog Friedrich III. im Jahre 1652 Ansiedlern aus Holland und Brabant, die 1654 den ersten Koog eindeichten und noch im Laufe des 17. Jahrhunderts drei neue Köge gewannen. Zu bemerken ist, dass an der Westküste von Pellworm der Deich später landeinwärts gelegt und Land preisgegeben wurde, und dass das Vorland nordwestlich von Nordstrand ganz verloren ist. Die Hallig Nordstrandischmoor, der Rest des alten Hochmoores, ist bedeutend abgebrochen, die Hamburger Hallig, 1634 das Nordostende Nordstrands, sehr klein geworden, aber jetzt durch Uferbauten geschützt und mit dem Festlande durch eine lange Lahnung verbunden. Am schädlichsten für diese beiden wie für die übrigen stark abgebröckelten Halligen, deren Kirchen wiederholt verlegt werden mussten, waren die Sturmfluten am 24. Dezember 1717 und am 3.—4. Februar 1825.

Eiderstedt hatte 1634 einen Verlust von 2107 Menschen, rettete aber seinen Bestand an Land; nur an der Dünenküste bei St. Peter hat es damals und später Land eingebüsst. Neue Eindeichungen erfolgten in den ehemaligen Eider- und Heverarmen; nur der 1699 gewonnene Graffenskoog oder Tomlauer Koog ging 1717 schon wieder verloren und ist erst 1860 als Süderheverkoog neu bedeicht. Südlich von Eiderstedt entstand im vorigen Jahr-

hunderte die Insel Köller; sie wurde 1825 vernichtet, und mitten durch sie geht jetzt ein Arm der Eider. Grossen Verlust brachten die Fluten von 1634, 1717 und 1825 in dem östlichen Reste der alten Lundenbergharde, so dass die Simonsberger Kirche seit 1634 noch zweimal — einmal schon vorher — verlegt werden musste. Erst 1860 wurde ein Stück als Simonsberger Koog neu bedeicht.

Die Festlandsmarsch nördlich von Husum hat sich seit 1634 bedeutend vergrössert; das Inselgewirr nordwestlich von Langenhorn ist eine zusammenhängende Fläche geworden.

**Strandverschiebung bei Libau an der Ostsee.** Über eine Hebung der Seeküste schreibt man dem „Rigaer Tageblatte“ aus dem russischen Ostseehafen Libau: „Die Küste hat hier bei der Stadt in den letzten 50 Jahren um mehr als 50 Faden (Klafter) zugenommen, und die Lage des jetzigen eisernen Leuchtturmes bezeichnet ungefähr die damalige Strandgrenze. Ist man hier auch rasch bei der Hand, die kolossale Zunahme, namentlich auf der Nordseite des Hafens, durch zu nahes Entleeren der Baggerprähme während des Hafenbaues zu erklären, und wollen andere wieder als Urheber den längs der Küste laufenden, mit Sand gesättigten Strom (aus dem Libauer See in die Ostsee) ansehen, so giebt die Sache zu ernstem Nachforschen Anlass, da eine Zunahme des Strandes schon aus früheren Zeiten nachweisbar ist. Dass wir es mit unterirdischen Kräften zu thun haben, liegt nahe, zumal sich auch an der preussischen Küste, im Kurischen Haffe, derartige Erscheinungen zeigten, namentlich plötzliche Strudel mit ihren gefährlichen Wirkungen, als deren Entstehungsursache wohl nur solche Kräfte anzusehen sind. Haben ferner die Beobachtungen an der schwedischen, dänischen und finnischen Küste bewiesen, dass wir es in der Ostsee mit Hebungen und Senkungen zu thun haben, so ist es umsomehr zu bedauern, dass an unseren Küsten der Sache fast gar keine Aufmerksamkeit geschenkt wird. Erinnern wir uns daran, dass z. B. hier in den Jahren 1845 und 1858, bei vollkommen ruhiger See, plötzlich das Wasser um mehrere Fuss stieg und am Strande und im Hafen arge Verwirrung anrichtete, dass man ferner bei den Hafenarbeiten auf der Nordseite auf verschiedene Schiffwracks mit ihren Ladungen gestossen ist, als sicheren Beweis für die stattgefundene Terrainveränderung; zieht man dabei in Rechnung, dass nach der Sage sämtliche Gewässer um Libau in alten Zeiten bedeutend tiefer gewesen sind, auch der Libau'sche See, der es ermöglicht haben soll, dass durch den Perkuhn'schen Bach Schiffe bis zum Ordensschlosse Grobin gelangt sind, so liegt die Annahme durchaus nahe, dass wir es mit einer Hebung durch unterirdische Kräfte zu thun haben. Recht auffallende Uferveränderungen u. s. w. sind auch nördlich von Libau bis Sackenhausen wahrzunehmen[1].“

---

[1]) Deutsch. Rundsch. f. Geographie 1893. p. 233.

**Strandlinienveränderungen im nordöstlichen Seeland.** Die für Strandlinienverschiebungen sprechenden Ablagerungen an der Küste der dänischen Insel Seeland wurden von K. Rördam untersucht[1]) und kartographisch niedergelegt. Er findet, dass dieselben dafür sprechen, dass nach der Diluvialzeit während einer gewissen Epoche der Seespiegel 3—4 *m* höher als heute stand. Die Hebung war wahrscheinlich im nördlichen Teile des Gebietes grösser als im südlichen. Während dieser Periode bildeten sich Muschelablagerungen. Damals bestanden zahlreiche Fjorde, die sich besonders an der Nordküste tief in das Land hineinzogen. Diese Periode nannte Rördam die marine Periode. Erst nach ihrem Ende tritt die früheste Besiedelung des Landes ein. Später stieg das Land langsam, und zwar wahrscheinlich bis zum Anfange des Mittelalters, seitdem ist Ruhe eingetreten. Alte Muschelablagerungen aus der marinen Periode finden sich an Stellen, wo heute trockenes Land, Torfmoore oder Süsswasserbecken sind.

**Über die Ursache der säkularen Verschiebungen der Meere und Festländer** verbreitete sich F. Loewinson-Lessing[2]). Er sieht die Hauptquelle derselben in Veränderungen der Lithosphäre. Gegenwärtig finden in den tropischen ozeanischen Teilen der Erde Senkungen statt, welche einerseits Hebungen und Pressungen der zwischenliegenden Gebiete verursachen und andererseits durch Zuströmen der polaren Wasser in die neuen Depressionsgebiete der Tropen scheinbare Hebungen in den Polargebieten bedingen.

**Die Korallenriffe von Dar-es-Salaam und der Umgegend** hat Ortmann besucht und beschrieben[3]). Die Küste zeigt durch das Vorkommen von festem, an Ort und Stelle gebildetem Korallenkalke über dem heutigen Seespiegel, dass eine negative Strandverschiebung dort stattfindet. Dieser Schluss erhält Bestätigung durch das Vorkommen mariner Muschelschalen noch heute im Meere lebender Arten in 7 *m* bis 9 *m* Höhe über dem Seespiegel. An dieser Küste können sich vorwiegend nur Strandriffe bilden, bloss bei sehr flachem Abfalle ist die Bildung von Riffen in einiger Entfernung vom Strande möglich. Die Entstehung solcher vom Verf. Flachseeriffe genannter Riffe ist anscheinend sehr von lokalen Einflüssen (Meeresströmungen, Detritusablagerungen u. s. w.) beeinflusst. Ihre Verteilung ist eine ziemlich regellose, manchen flachen Küstengebieten, so z. B. dem sandigen Strande von Bagamoyo und Sadaani, fehlen sie ganz. Im Gegensatze zu den echten Barriereriffen der Südsee fehlt ihnen der steile Abfall nach der Meeresseite. Ebenso fehlen in dem untersuchten Gebiete echte Atolls. Zwar lassen einige Riffbildungen — so z. B. die Sindainseln — eine ringförmige Gestalt erkennen, doch unterscheiden sich dieselben von

[1]) Geogr. Tidskr. 1892. **11.** p. 163.
[2]) Festrede am Stiftungstage der k. Universität Dorpat 1893.
[3]) Zoolog. Jahrbuch, Abteilung f. Systematik u. Biologie. **6.** p. 631.

den Atolls der Südsee durch die geringe Tiefe des Meeres in ihrer Umgebung (nirgends mehr als 10 Faden), sowie dadurch, dass sie sich viel höher als jene über den Meeresspiegel erheben. Überhaupt ist ein charakteristischer Zug der Korallenriffe des Küstengebietes von Dar-es-Salaam ihre sehr verschiedene Höhe. Während einige noch so tief unter dem Wasserspiegel liegen, dass Dampfer über sie hinwegfahren können, erreichen andere gerade die Oberfläche, während noch andere in sehr verschiedener Höhe dieselbe überragen. Es ist dies gerade ein Verhalten, wie wir es in einem Hebungsgebiete erwarten müssen.

Indem Verf. die charakteristischen Eigentümlichkeiten dieser Korallenriffe in einem Hebungsgebiete hervorhebt, erklärt er sich gegen die Beweiskraft der von Guppy gegen die Darwin'sche Theorie der Korallenbildung angeführten Gründe und glaubt namentlich, dass Guppy, indem er die Tiefengrenze für das Vorkommen riffbauender Korallen erheblich tiefer legte, nicht sorgfältig genug zwischen Steinkorallen im zoologischen Sinne und wirklich riffbauenden Korallen unterschieden hat. Das Vorkommen gewisser Steinkorallen in grossen Meerestiefen beweist noch nicht, dass dort auch die Bedingungen zur Riffbildung gegeben seien.

Von allgemeinerem Interesse sind noch einige Beobachtungen des Verf. über die Lebensweise gewisser Korallen. So konnte derselbe — in Bestätigung schon früher von anderen Beobachtern gemachter Angaben — feststellen, dass einige Korallenarten (Porites lutea, Coeloria sinensis, Goniastraea seychellensis, Tubipora Hemprichii) zur Ebbezeit stundenlang ohne Wasserbedeckung den Sonnenstrahlen ausgesetzt lagen, ohne Schaden zu leiden. Ferner fand sich eine Reihe von Arten, welche nicht auf felsigem Grunde festgewachsen waren, sondern locker auf sandigem oder kiesigem Grunde lagen, selbst grosse Blöcke von Psammocora, Lophoseris u. a. liessen sich ohne Mühe emporheben, andere wurden von den Wellen hin und her bewegt. Einige Arten fand Verf. auf Seegras angewachsen. Einige der von den Wellen bewegten Blöcke fanden sich auf allen Seiten mit lebenden Korallen bedeckt. Es ist damit von neuem dargethan, dass felsiger Untergrund wenigstens nicht für alle Korallenarten notwendig ist.

## 8. Das Meer.

**Die Farbe des Meerwassers** ist von Prof. Pouchet während der Fahrt des Dampfers „La Manche“ von Schottland über Jan Mayen nach Spitzbergen beobachtet worden [1]. Die Beobachtungen erstrecken sich auf die Monate Juli und August 1892. Pouchet unterscheidet nur 3 Farbennüancen, blau, grün und einen mittleren Ton. Die Verteilung dieser Farben an der Meeresfläche war eine

[1]) Assoc Française pour l'avancement des sciences Congrès de Pac. 1892.

sehr ungleiche und unregelmässige. Die Ursache der Färbung sucht er in den als Plankton freischwimmenden Meerespflanzen, deren Chlorophyll (auf eine nicht näher bezeichnete Weise) sich im Wasser auflösen soll.

**Beobachtungen über Meereswellen** hat G. Schott angestellt[1]). Dieselben beziehen sich auf die Wellengeschwindigkeit, ihre Länge und Periode.

Eine grosse Schwierigkeit bei diesen Bestimmungen ist die, überüberhaupt Wellensysteme zu finden, welche einigermassen regelmässig ausgebildet sind; sodann sind Reduktionen nötig wegen der Fahrt des Schiffes durch das Wasser und des Winkels, unter welchem der Kiel die Wellen schneidet: lauter Umstände, welche bei aller Genauigkeit der beobachteten Masse doch vieles dem persönlichen Takte und Gefühle des Beobachters überlassen.

Man hat bekanntlich auf dem Wege der mathematischen Analyse mit Benutzung der Trochoidentheorie versucht, die Wellenbewegungen, wie sie die hohe See aufweist, in Formeln zu fassen, um so alle in Frage kommenden Wellenmasse bei Beobachtung selbst nur eines Stückes berechnen zu können.

Professor Krümmel's zusammenfassende Darlegungen über diesen Gegenstand haben gezeigt, dass die Trochoidenformeln wohl geeignet sind, die Geschwindigkeit, Länge und Periode der Wellen zu liefern; Verf. glaubt, hinzufügen zu können, dass sie dazu sogar vorzüglich passen und daher auch beim Schiffsbaue technisch volle Beachtung verdienen.

Eine mässig gute Passatbrise (B. Skala 5, Windgeschwindigkeit 12 *m* in der Sekunde) schafft Wellen, deren Länge, von Kamm zu Kamm gemessen, etwa 35 — 40 *m* beträgt, deren Periode 4.5 bis 5.0 Sekunden ist (so dass also alle 5 Sekunden eine neue Welle kommt), deren Geschwindigkeit endlich sich auf 7 — 8 *m* in der Sekunde oder auf 27 *km* in der Stunde beläuft.

Schwere Sturmwellen dagegen laufen nach des Verf. Beobachtungen bis zu 18 *m* in der Sekunde (= 65 *km* in der Stunde) und noch mehr; sie erreichen eine Länge von über 200 *m*. In seltenen Ausnahmefällen nur dürften grössere Masse vorkommen.

Was den Zusammenhang zwischen den Dimensionen der Meereswellen und der Windgeschwindigkeit anlangt, so hat Verf. gefunden, dass bei allen Windstärken die Windgeschwindigkeit immer noch erheblich grösser ist als die Wellengeschwindigkeit, eine Beziehung, welche aber doch den meisten bisherigen Darlegungen zufolge durchaus nicht bestand, indem der Welle im allgemeinen eine grössere Geschwindigkeit als dem Winde zuerteilt wurde.

Die in dieser Hinsicht oft erwähnte „Dünung vor dem Sturme“, d. i. ein hoher Seegang, welcher öfters vor Stürmen herläuft und

[1]) Verhandlungen der Ges. f. Erdkunde zu Berlin **20.** 1893. p. 79 u. ff

vielfach dieselben ankündigt, scheint dem Verf. trotzdem sehr wohl erklärbar zu sein, ohne dass hier darauf einzugehen wäre.

Das Verhältnis sodann der Höhe der Wellen zur Windgeschwindigkeit unterliegt sehr bedeutenden Schwankungen: bei Sturm und hohem Seegange ist die Wellenhöhe etwa reichlich ein Drittel der Windgeschwindigkeit (in Metern ausgedrückt), bei mässigen bis schwächeren Winden aber ein Achtel.

Die Wellenhöhe nimmt mit zunehmendem Winde nicht einfach, sondern nach einer hyperbolischen Kurve zu.

Auch haben Sturmwellen einen stärkeren Böschungswinkel als mässige Wellen, indem nach des Verf. Beobachtungen — in guter Übereinstimmung mit den grundlegenden Messungen des französischen Lieutenants Paris — das Verhältnis der Wellenhöhe zur Wellenlänge sich in hohem Seegange wie 1 : 18, in mässiger See wie 1 : 33 stellte.

Zur Messung der Wellenhöhe wurde in erster Linie nach Dr. Neumayer's Vorschlage ein sehr empfindliches, mit mikroskopischer Ablesung versehenes Aneroid benutzt, welches auf Grund der beobachteten Luftdruckänderungen unter Anwendung mehrerer Kautelen Wellenhöhen im Maximum bis zu 9.8 *m* ergab, während die gleichzeitig am Schiffe gemachte Schätzung sich auf reichlich 11 *m* belief. Lieutenant Paris hat als Maximalhöhe 11.5 *m*, und man wird sagen dürfen, dass selbst in sehr schweren Stürmen und auf offenem Ozeane Wellen von mehr als 15 *m* Höhe ausserordentlich selten sind, die meisten aber der Angaben, welche noch grössere Zahlen zeigen, berechtigten Zweifel erregen müssen.

**Die Beruhigung der Wellen durch Seifenwasser** statt durch Öl ist das neueste auf dem Gebiete der Nautik. Bekanntlich ist seit einigen Jahren die besonders durch Franklin im vorigen Jahrhunderte empfohlene Anwendung des Öles zur Beruhigung der Meereswogen sehr in Aufnahme gekommen und hat sich in vielen Fällen glänzend bewährt. Die wahre Ursache, aus welcher das Öl wellenberuhigend wirkt, ist dagegen zur Zeit noch keineswegs endgültig ermittelt worden. Dr. W. Köppen ist nun auf Grund gewisser theoretischer Betrachtungen zu dem Ergebnisse gekommen, dass man von Seifenwasser noch viel günstigere Wirkungen auf die Beruhigung der Wellen erwarten kann als von Öl. Einige Versuche, die er auf Elbe und Alster angestellt hat, zeigten ihm, dass in der That die Glättung der kleinen Wellen (Rippelungen) durch Seifenwasser noch viel rascher und mindestens ebenso deutlich stattfindet als durch Öl. Ein Kubikzentimeter Seifenwasser genügte jedesmal, um in einigen Sekunden einen mehrere Quadratmeter grossen Raum ohne alle Wellenspitzen zu schaffen, welcher gegen die umgebende rauhe Wasserfläche scharf abstach und selbst auf den von vorbeifahrenden Dampfern aufgeworfenen Wellenzügen klar erkennbar blieb. Was den Verbrauch von Seifenwasser zur Beruhigung der Wellen anbelangt, so meint

Köppen, dass voraussichtlich ungefähr dieselbe oder, wegen der Mischbarkeit mit dem Seewasser, eine etwas grössere Quantität Wasser nötig sein wird als jetzt Öl, dass aber in diesem Wasser nur etwa ein Tausendstel soviel Seife gelöst zu sein braucht, und zwar würde in der Regel gewöhnliche „grüne“ Seife dem praktischen Bedürfnisse am besten entsprechen. Stärkere Lösungen würden kaum besser wirken. Ein Umstand ist aber vorhanden, welcher den Köppen'schen Vorschlag, Seife an Stelle von Lampenöl, Leinöl, Terpentinöl und Fischthran zu benutzen, weniger empfehlenswert macht. Man muss nämlich die Seife in Süsswasser auflösen, denn Seifenwasser, das mit Salzwasser hergestellt wurde, zeigte sich völlig wirkungslos. Es wird also, sagt Köppen, notwendig sein, an Bord die Seifenlösung mit „frischem“ Wasser anzurichten. Frisches, bezw. Süsswasser ist aber unter Umständen an Bord eines Seeschiffes ein sehr wertvolles Naturprodukt, und es wird in gewissen Fällen recht fraglich sein, ob man nicht vorzieht, Öl statt Trinkwasser zu opfern. Die bisherigen Erfahrungen über die Menge des zur Beruhigung der Wellen erforderlichen Öles lauten verschieden. Im Durchschnitte sind etwa 1 — 2 *l* für Stunde und Schiff verbraucht worden, so dass es sich nicht nur gegenüber den grossen Summen, die auf dem Spiele stehen, sondern auch, absolut genommen, um eine sehr geringe Ausgabe handelt, die ihrem Geldwerte nach gar nicht in Betracht kommen kann. Wenn daher das „Seifen der See“ nicht in sehr erheblich grösserem Masse wellenberuhigend wirkt als Lampenöl oder Fischthran, so wird es das „Ölen der See“ wohl kaum verdrängen, um so weniger, als die Seifenlösung wohl immer erst hergestellt werden muss, wenn man sie braucht. Köppen legt seine Untersuchung den praktischen Seefahrern vor, damit dieselben die von ihm gezogenen Schlüsse an der Hand der Erfahrung auf hoher See prüfen mögen.

**Die Mascaret der Seine** ist von A. Dormoy studiert worden [1]), der zu dem Ergebnisse gelangt, dass diese unheilbringenden Hochfluten an der Seine sowohl als auch am Amazonenstrome, an der Gironde wie an der westlichen Gangesmündung einem „Fehler“ in der Flussgestaltung zuzuschreiben ist. Seit der Regulierung der Seine (1888) hat man dort die Erscheinung nicht mehr beobachtet. Die Neigung des Flussbettes spielt dabei die bedeutendste Rolle. Nimmt die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Flutwelle bei ihrem Eindringen in den Fluss ab, was in seichterem Wasser der Fall ist, so muss der Winkel, unter dem die eindringende Welle das abfliessende Wasser trifft, zunehmen, die Flutwoge wird grösser, nimmt dagegen mit zunehmender Flusstiefe ab. Letztere muss also, um die Flutwogen zu verringern, vergrössert werden. Die atmosphärischen Verhältnisse spielen nur eine untergeordnete Rolle.

**Tiefseeforschungen im östlichen Mittelmeere.** Der kais. österreichische Transport-Dampfer „Pola“ hat auf Anregung der

---

[1]) Annales hydrograph. Paris 1892. p 44—58.

kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in den Jahren 1890—92 in der Osthälfte des Mittelmeeres Tiefseeuntersuchungen angestellt, über deren Ergebnisse früher einzelnes verlautete[1]. Jetzt sind die Gesamtergebnisse in einem umfassenden Werke veröffentlicht, in welchem der physikalisch-ozeanographische Teil von Prof. Luksch bearbeitet ist. Linienschiffslieutenant Haus giebt[2] eine Zusammenstellung der wesentlichen Ergebnisse, der das Folgende entnommen ist.

Tiefenverhältnisse. Der zentrale Teil des Mittelmeeres zwischen Sizilien und Kandia, Italien und Afrika, bildet das tiefste und bedeutendste mediterrane Depressionsbecken, welches mehrfach mit ozeanischen Tiefen dicht an die Küsten von Sizilien, Griechenland, Kandia und Afrika (Plateau von Barka) herantritt. Der steilste Abfall des Meeresbodens wurde bei der Insel Sapienza (bei Navarin) konstatiert, wo in nur 10 Seemeilen Entfernung vom Lande eine Tiefe von 3150 *m* gemessen wurde, woraus sich eine mittlere Böschung von nahezu 10° ergiebt. So ziemlich im Zentrum dieses Beckens hatte „Washington“ im Jahre 1887 die grössten Tiefen von 4055—4067 *m* gelotet. Die Lotungen der „Pola“ lassen es aber nunmehr ausser Zweifel erscheinen, dass die tiefste Stelle ca. 180 Meilen weiter östlich zu suchen ist, indem dort, 54 Meilen südwestlich von Kap Matapan, das Lot in eine Tiefe von 4400 *m* sank, die grösste Tiefe, die bisher im gesamten Mittelmeere gefunden worden.

Zwischen der „Pola“-Tiefe und der „Washington“-Tiefe liegt ein etwa 1000 *m* vom Meeresboden aufsteigender, nordwestlich verlaufender Rücken, wie es scheint eine unterseeische Fortsetzung des Plateaus von Barka.

Ebenso trennt eine von diesem Plateau in nordöstlicher Richtung zur Insel Kandia hinziehende Bodenschwelle, über welcher wenig mehr als 2000 *m* Wasser liegt, die „Pola“-Tiefe von der Depression des östlichsten Mittelmeerbeckens.

Die ausgedehnteste Einsenkung dieses Beckens zieht vom Golfe von Solun in nordöstlicher Richtung gegen den Golf von Adalia hin; doch scheint das Areal des unter 3000 *m* Tiefe sinkenden Meeresbodens nicht von bedeutender Ausdehnung zu sein.

Die grösste Tiefe dieses Beckens wurde übrigens nicht in der angegebenen Einsenkung, sondern am nördlichen Rande des ersteren, circa 28 Meilen vom hohen Lande der Sieben Vorgebirge (südlich von Makri) gefunden, und zwar 3591 *m*. Es tritt somit auch bei dieser, wie bei der „Pola“-Tiefe und den Senkungsgebieten des westlichen Mittelmeeres, die für alle bedeutenden ozeanischen Depressionen charakteristische Thatsache zu Tage, dass die grössten Tiefen nicht in der Mitte der Meere, sondern an deren Rande, in

[1] Klein, Jahrbuch **2.** p. 232. **3.** p. 202.
[2] Mitt. der k. k. geogr. Ges. in Wien 1893. **36.** 1. Heft p. 32. u ff.

der Nähe einer steil abfallenden, mit Vulkanen oder doch hohen Bergen besetzten Küste liegen.

In der vielfach bis auf mehr als 100 Meilen Entfernung vom Lande durchkreuzten Syrischen See fand „Pola“ nur 4 Tiefen über 2000 *m* (die grösste mit 2130 *m*), im Kanale zwischen Cypern und Karamanien, dessen Tiefen bis jetzt ganz unbekannt gewesen, nur 2 Tiefen über 1000 *m*.

Meerestemperatur. Die in den Hauptzügen schon bekannt gewesene Wärmeverteilung im östlichen Mittelmeere erscheint nunmehr durch die in allen Meeresschichten vorgenommenen 1655 Temperaturmessungen der „Pola“ wenigstens für die Sommerverhältnisse genau bestimmt.

Im allgemeinen zeigt sich im Sommer das Wasser des östlichen Mittelmeeres in allen Schichten höher erwärmt, als jenes im westlichen Teile.

In dem Forschungsgebiete der „Pola“ selbst ist diese Zunahme der Temperatur von West nach Ost, ebenso wie die von Nord gegen Süd, an der Oberfläche und in den Mittelschichten deutlich ausgesprochen und auch noch im Bodenwasser erkennbar, mit Ausnahme des östlichsten Beckens — östlich des Meridians von Rhodus — wo in allen Tiefen von mehr als 1000 *m* ausnahmslos 13.6° C. gemessen wurde.

Von der Oberfläche nach abwärts nimmt die Temperatur etwa bis 100 *m* sehr rasch — am raschesten zwischen 30 und 70 *m* — dann immer langsamer, und von 400 bis 1000 *m* nur noch um circa $^1/_2$° C. ab.

Von der Tiefe von 1000 *m* abwärts findet keine nennenswerte Wärmeabnahme statt, und bis zum Grunde herrscht eine nahezu konstante Temperatur von 13.5 bis 13.9° C.

Diese hohe und konstante Wärme der Tiefenschichten, welche sich im westlichen Mittelmeere um etwa 1° C. niedriger stellt, verdankt das Mittelmeer bekanntlich — ausser seinem Klima — der Abschliessung vom Ozeane, mit welchem es nur in sehr schmaler und oberflächlicher, unter das Niveau von 400 *m* nicht hinabreichender Verbindung steht. Infolge dessen ist das Mittelmeer von dem Zuflusse kalten Wassers aus grösseren Tiefen des Ozeanes bewahrt, und seine Tiefentemperatur wird hauptsächlich nur durch die an der Oberfläche herrschenden Wärmeverhältnisse bestimmt, während im Ozeane die klimatischen Faktoren im allgemeinen ohne Einfluss auf die Tiefentemperatur sind, und diese bis zum Grunde abnimmt, so dass in Tiefen gleich den grössten des Mittelmeeres auch unter dem Äquator eine Temperatur von nur 2° C. und darunter herrscht.

Von der ozeanischen Zirkulation des Tiefenwassers abgeschlossen, befindet sich das ganze Mittelmeer, mit Ausnahme seiner oberen Schichten bis etwa 400 *m*, in einem Zustande nahezu vollkommener Stagnation, welcher Zustand nicht nur die oben dargestellte Wärme-

verteilung in der Tiefe bedingt, sondern auch den Salzgehalt und die chemischen und physikalischen Verhältnisse überhaupt beeinflusst, in einschneidendster Weise auf das organische Leben — die Tiefseefauna des Mittelmeeres ist (im Gegensatze zum Tierreichtume in dessen oberen Schichten) bekanntlich auffallend arm — ja selbst auf die Beschaffenheit des Meeresgrundes zurückwirkt.

Spezifisches Gewicht und Salzgehalt. Das spezifische Gewicht, respektive der aus demselben abgeleitete Salzgehalt des Seewassers in der ganzen Osthälfte des Mittelmeeres schwankt zwischen 1.0290 und 1.0300 (auf 17.5° C. reduziert), entsprechend den Salzgehalten von 3.79 und 3.93 %, ist also beträchtlich höher als irgendwo im Ozeane und höher als im westlichen Mittelmeere. Der Salzgehalt nimmt in den oberen und den Mittelschichten im ganzen von West gegen Ost hin zu, während am Grunde eine solche Zunahme nicht bemerkbar ist. Im Zentralbecken ist eine allmähliche Zunahme des Salzgehaltes von der Oberfläche nach dem Grunde zu deutlich ausgesprochen; im östlichen Becken hingegen werden die höchsten Werte an der Oberfläche und in der obersten Schicht bis etwa 100 *m*, die niedrigsten am Grunde beobachtet. Die Unterschiede sind hier übrigens so gering (3.89 — 3.93 %, respektive 1.0297—1.0300), dass im Ostbecken alle Schichten ziemlich gleichmässig durchsalzen erscheinen.

Die etwas stärkere Durchsalzung der oberen Schichten, die auch in allen Passatregionen beobachtet wird, ist jedenfalls eine Folge der besonders intensiven Verdunstung und der Regenlosigkeit der Jahreszeit.

In den seichten Gewässern vor dem Nildelta macht sich der versüssende Einfluss des Nilwassers nur bis auf ungefähr 15 Meilen Entfernung von der Küste geltend.

Durchsichtigkeit und Farbe des Seewassers. Zur Untersuchung der Durchsichtigkeit wurden weisse blanke Metallscheiben bis zum Momente des Verschwindens langsam ins Meer versenkt.

Die Beobachtungen bestätigen die aussergewöhnlich hohe Transparenz des Mittelmeerwassers. Die geringste Sichtbarkeitstiefe war 32 *m*, und zwar gerade an der grössten Tiefe südwestlich vom Kap Matapan; in mehreren Fällen entschwand die Scheibe dem Auge erst in Tiefen über 50 *m*; die grösste Tiefe, in welcher die Scheibe noch sichtbar war, betrug rund 60 *m* (circa 65 Meilen westlich von Beirut), ein Durchsichtigkeitsgrad, wie er nach dieser Methode bisher nur in der Sargassosee von der Planktonexpedition 1886 konstatiert worden.

Wie tief überhaupt Lichtstrahlen (natürlich nur die chemisch wirksamen, für welche das Seewasser die höchste Durchlässigkeit besitzt), in das Meer eindringen, wurde durch Versenkung und Exponierung lichtempfindlicher Platten untersucht. Die Resultate sind ungefähr die gleichen wie die von Petersen bei Capri erlangten; in 550 *m* Tiefe waren noch Lichteindrücke an Platten wahrnehmbar,

in 600 *m* konnten jedoch solche mit Sicherheit nicht mehr konstatiert werden.

Die Farbe des Seewassers wurde nach einer bestimmten Skala (mittels auf chemischem Wege hergestellter blauer Flüssigkeiten verschiedener Nüancen) festgestellt. Hierbei zeigte sich eine Abnahme der dunklen Meeresfarbe mit der Zunahme der Sonnenhöhe, während betreffs der Durchsichtigkeit natürlicherweise das entgegengesetzte Verhalten aus den Beobachtungen hervorging, d. h. Zunahme der Durchsichtigkeit mit dem Wachsen der Sonnenhöhe.

**Die Tiefseeuntersuchungen im Schwarzen Meere** seitens des russischen Kanonenbootes „Tschernomoretz“ haben bekanntlich die merkwürdige Thatsache ergeben, dass in den grössten Tiefen dieses Meeres Schwefelwasserstoff ($H_2S$) in grossen Mengen konstant vorhanden ist, und diese Thatsache ist durch eine neue Expedition 1891 bestätigt worden [1]. Die Ursache dieses Vorkommens ist völlig dunkel. N. Andrussow hat indessen eine Erklärung gegeben, welche vom physikalisch-geologischen Standpunkte aus sehr merkwürdig erscheint [2].

Im Tiefseeschlamme des Schwarzen Meeres (von 100—600 Faden = 180 bis 1000 *m*), welcher gegenwärtig ganz leblos ist, finden sich subfossile Reste brackischer Konchylien. Diese kommen in jenen Tiefen heute nicht mehr vor, weil der grosse Salzgehalt dieser Gewässer solches unmöglich macht; auch ist ein Transport durch Strömungen oder Wellen ausgeschlossen, schon weil die Arten teilweise zu den im Gebiete des Schwarzen Meeres heute nicht mehr existierenden gehören „Es bleibt also,“ sagt Andrussow, „nur die Annahme übrig, dass diese Muscheln Zeugen einer von uns nicht weiten Epoche sind, in welcher der Pontus einen kolossalen Brackwassersee darstellte. In diesem Zustande befand sich der Pontus noch vor kurzem, weil erstens die brackischen Konchylien zu den noch, wenn auch nicht immer im pontischen Gebiete, lebenden Arten gehören; zweitens ist die sie bedeckende Sedimentschicht nicht dick, sonst würde die Dredge dieselben kaum an das Tageslicht bringen.

Die physikalischen Verhältnisse dieses Sees waren denen des Kaspischen Meeres ähnlich; d. h. sein Wasser besass eine geringe Salinität, nicht über 1.5 %, wahrscheinlich viel weniger; die klimatischen Verhältnisse waren wohl strenger, wenigstens gegen das Ende seiner Existenz, das beiläufig mit der Glazialperiode zusammenfiel. Die thermischen Verhältnisse waren aber im allgemeinen denen des Kaspischen Meeres, resp. der grossen Süsswasserseen des gemässigten Typus Forel's ähnlich, d. h. der brackische Pontussee besass eine vollkommene vertikale Zirkulation infolge kleiner Differenzen der spezifischen Gewichte an der Oberfläche und in den Tiefen; nur wegen eines strengeren Klimas musste die Bodentemperatur des Pontussees niedriger gewesen sein als die des Kaspischen Meeres (6°—7°). Infolge einer vollständigen Vertikalzirkulation war die Versorgung der Tiefen mit atmosphärischen Gasen möglich, was auch das organische Leben in allen Tiefen möglich machte. Die organische Welt, wie es die oben erwähnten Muscheln beweisen, erinnert an die des Kaspischen Meeres. Die Zahl der Dragierungen war zu ungenügend, um ein vollkommenes Bild der Verbreitung dieser Muschelreste geben zu können, doch schon das, was wir wissen, zeigt auf eine gewisse Regelmässigkeit

[1] Klein, Jahrbuch **3.** p. 204 und ff

[2] Mitt. d. k. k geogr Gesellschaft in Wien 1893. Nr. 7. p. 333 u. ff.

in ihrer bathymetrischen Verteilung, also darauf hin, dass dieser Pontussee schon damals beträchtliche Tiefen besass, wenn nicht fast ebenso tief war, wie heute.

Die Ereignisse, welche die Verbindung des Pontussees mit dem Mittelmeere veranlassten, haben den vollständigen Umschwung seiner physikalischen, chemischen und biologischen Verhältnisse mit sich gebracht.

Wann aber traten die beiden Wasserbecken miteinander in Verbindung, und welcher Art waren die Erscheinungen, welche diese Verbindung vermittelt haben? Die schönen Untersuchungen Neumayr's[1]) haben uns gezeigt, dass es das Absenken eines grossen Kontinentes war, der Kleinasien mit der Balkanhalbinsel verband und an der Stelle des heutigen Ägeïschen Meeres lag. Stufenweise ging diese Ägea unter das Meeresniveau und gestattete ein allmähliches Vordringen des Mittelmeeres gegen das Pontusbecken. Verf. glaubt, dass es nicht geotektonische Prozesse waren, welche die heutigen Meerengen des Bosporus und der Dardanellen geschaffen haben; ihm scheint es plausibel, dass diese alte Flussbetten waren', durch welche die Gewässer vom Ägeïschen Kontinente in einen See, der an der Stelle des Marmarameeres lag, und aus demselben durch den Bosporus in den Pontussee flossen, dessen Spiegel nach den Ablagerungen der pontischen Stufe mehrere Male unter dem gegenwärtigen Niveau des Schwarzen Meeres gelegen hat.

Die letzten Reste des Ägeïschen Dammes, welcher das Pontusbecken vom Mittelmeergebiete seit der sarmatischen Epoche trennte, gingen sehr spät zur Tiefe, das Eindringen der mittelländischen Gewässer in die alten Flussbetten gestattend. Dass dieses Ereignis sehr spät stattgefunden hat, beweist schon die Thatsache des Vorkommens subfossiler Schalen am Boden des Schwarzen Meeres und ihr spezifischer Charakter. Die vollständige Abwesenheit des marinen Pliocäns an den Ufern des Nordägeïschen, des Marmara- und des Schwarzen Meeres weist darauf hin, dass das Ereignis nicht während der Pliocänzeit, sondern nur in der Quartärzeit eingetreten ist Es giebt einige Gründe, anzunehmen, dass das Pontusbecken noch einige Zeit während der Quartärzeit als ein abgeschlossener See dastand, doch musste dasselbe nach Ansicht von Andrussow noch vor dem Ende der Glazialepoche mit dem Mittelmeere in Zusammenhang getreten sein. Schon oftmals betonten verschiedene Zoologen (Marcusen, Grebnitzky) das Vorkommen nordischer Elemente im Schwarzen Meere. Freilich stützen sie sich auf das Vorkommen kleiner Formen (Cumaceen, Lucernaria, Protohydrat u. s. w), die im Mittelmeere nur übersehen, später jedoch teilweise dort wirklich aufgefunden wurden. Jedenfalls bleibt im Bestande der euxinischer Fauna immer eine nordische Form, die im Mittelmeere fehlt — das ist das Meerschwein, Phocaena communis. Das Vorkommen desselben im Schwarzen Meere kann man nach Andrussow nur dadurch erklären, dass dieses mit dem Mittelmeere schon damals in Verbindung trat, als im letzteren noch gewisse nordische Arten verweilten, d. h. noch während der Glazialzeit.

Sobald beide Becken in Verbindung traten, war die erste Folge dieser Erscheinung das Eindringen der salzigen Mittelmeerwasser in das pontische Becken. In den Meerengen entstand sogleich jener Stromwechsel, welchen wir noch heute in den Dardanellen und im Bosporus sehen. In beiden existieren nämlich 2 Ströme, ein oberflächlicher, welcher sich gegen das Mittelmeer bewegt, und ein unterer Strom, der dem Pontus zufliesst. Diese Strömungen sind entstanden, um den schroffen Gegensatz auszugleichen, welcher zwischen den Dichten der mittelländischen und der pontischen Gewässer sich ergab. Wäre diese Ungleichheit ausgeglichen,

---

[1]) M. Neumayr. Über den geologischen Bau der Insel Cos, Denkschr. d. Akad. d. Wiss. M. n. Bd. 40. – Zur Geschichte des östlichen Mittelmeerbeckens. Berl 1882. Erdgeschichte 2.

so würden diese Strömungen lange schon aufgehört haben. Jedoch die beiden Gebiete, das mittelländische und das pontische, sind vom klimatischen Standpunkte sehr ungleich. Das Schwarze Meer bekommt einen grösseren Zufluss Süsswassers, und die Verdampfung ist in demselben geringer, als im Mittelmeere. Deshalb wird das Gleichgewicht nie erreicht, und die Strömungen werden fortdauern. Durch die von der unteren Strömung zugeführten salzigen Gewässer wurde allmählich jene verhältnismässige Gleichmässigkeit der spezifischen Gewichte vernichtet, die den brackischen Pontussee charakterisierte; in den Tiefen des entstandenen Schwarzen Meeres bildete sich eine immer dicker werdende Schicht salzigen Wassers, bis es endlich zum heutigen Zustande gekommen ist Wir sehen nämlich im Schwarzen Meere am Boden eine dicke Wasserschicht (etwa 1000 Faden mächtig), welche eine Salinität von 2.1 % bis 2.5 % aufweist, während die obere, bloss 100 Faden mächtige, einen rasch gegen die Oberfläche abnehmenden Salzgehalt von 2 % bis 1.7 % und noch weniger besitzt.

Es ist selbstverständlich eine geraume Zeit verflossen, bis die Tiefengewässer ihren heutigen Salzgehalt bekommen haben. Jetzt fliesst durch den Bosporus in das Schwarze Meer jährlich eine Masse von ca. 178 *ckm* (nach Makcroff), was etwa $^1/_{2000}$ des Volums des Schwarzen Meeres ausmacht. Es wären also ca. 2000 Jahre notwendig, um das leere Pontusbecken mit dem Mittelmeerwasser zu füllen; da aber der Salzgehalt der Tiefen nur etwa der Hälfte des mittelländischen gleicht, so war viel weniger Zeit nötig, um den Salzgehalt des Pontussees, welcher auch ursprünglich nicht ganz klein war, bis zu diesem Betrage zu erhöhen.

Die Bildung der unteren salzigeren Schicht hat aber eine gewichtige Folge mit sich gebracht: eine Beschränkung der Vertikalzirkulation auf die dünne obere Schicht und die Stagnation der Tiefen Während früher die Differenz des Salzgehaltes so gering war, dass die Abkühlung oder Verdampfung der Oberfläche tiefgehende konvektive Strömungen verursachten, hat jetzt die untere Schicht viel grösseres spezifisches Gewicht erhalten, so dass niedersteigende kühlere oder durch Verdunstung salzig gewordene Wasserpartien bald in ihrer Bewegung aufhören.

Diese Erscheinung bedingt ohne Zweifel jene merkwürdige Temperaturverteilung, welche wir gegenwärtig im Schwarzen Meere beobachten, d. h. das Vorhandensein einer kalten Wasserschicht zwischen zwei wärmeren.

Die nächste Folge dieser beschränkten Zirkulation war die mangelhafte Ventilation der Tiefen: die atmosphärischen Gase konnten jetzt nicht mehr in die Tiefe mit niedersteigenden Strömungen gelangen, sondern nur durch die langsame Diffusion. Im Falle irgendwelchen lebhaften Verbrauches des Sauerstoffes mussten die Tiefen des Schwarzen Meeres sehr sauerstoffarm werden, und da das Ersetzen des Verlustes nur langsam vor sich gehen konnte, so mussten die Bedingungen für das Leben hier ungünstig werden.

Die weitere Folge des Eindringens der mittelländischen Gewässer war nach Andrussow teilweise die Vernichtung, teilweise die Verdrängung der Brackwasserbevölkerung des Pontussees. Vernichtend war es für die Tiefseebewohner, weil sie, gewöhnt an die besondere Lebensbedingung der Tiefen, nicht zu fliehen vermochten und ausstarben. In Seichtwasser konnten die passiven Organismen dem Salzwasser nicht weichen und unterlagen, die aktiven aber flohen in die Flussmündungen, wo die dem früheren Pontussee ähnlichen Verhältnisse bis jetzt sich erhalten haben, und wo wir folglich die Reste der pliocänen und postpliocänen Fauna und Flora des Pontus finden.

Während aber die früheren Bewohner des Pontus wichen oder zu Grunde gingen, kam mit dem Salzwasser die neue, marine Bevölkerung aus dem Mittelmeere hinein. Aber nur ein verhältnismässig geringer Anteil der mediterraneen Formen konnte ins Schwarze Meer eindringen.

Zuerst ist der Bosporus eng und nicht tief; es konnten also nur littorale und Seichtwässerformen eindringen.

Dann sind die Strömungen im Bosporus ziemlich stark, es ist also eine aktive Einwanderung nur für kräftige Tiere und für solche, welche gerne in Brandung leben. möglich.

Sonach bildete die passive Einführung der Larven, resp. der schwimmenden Organismen durch die untere Strömung das Hauptmittel der Immigration: zur Entwickelung kommen aber nicht alle. Es war und bleibt das oberflächliche Wasser im Pontus doch eine Art Brackwasser; die thermischen Verhältnisse sind rauher als im Mittelmeere, besonders in einer Tiefe von 25 bis 50 Faden; deshalb waren es bloss Formen, welche an einen beträchtlichen Wechsel der Temperatur und des Salzgehaltes gewöhnt sind, sowie auch Brackwasserformen, die im Schwarzen Meere ein neues Heim gefunden haben.

Die Umgegend des Bosporus war die erste (und bleibt es auch jetzt) Station für die Immigration. Der Salzgehalt am Boden ist viel höher, infolge dessen weist die Tierwelt in der Nähe vom Bosporus einen grösseren Reichtum auf, als es im übrigen Schwarzen Meere der Fall ist. Einige Formen konnten von hier keine weitere Verbreitung finden, die anderen verbreiteten sich rund um das Schwarze Meer, aktiv längs den Küsten und passiv mit den Strömungen (Larven und planktonische Organismen).

Zu gleicher Zeit hat auch eine Bewegung gegen die Tiefe angefangen. Die schlammige Beschaffenheit des Bodens, die schon erwähnte Tiefe des Bosporus, die ziemlich rauhen klimatischen Verhältnisse (in den Tiefen von 30 bis 100 Faden nur 8° bis 6° C. das ganze Jahr hindurch) erklären aber die verhältnismässige Armut der Schlammregion von 30 bis 100 Faden.

Die Ansiedelung der Tiere in grösseren Tiefen als 100 Faden war aber unmöglich, da die Tiefseeorganismen nicht durch den Bosporus einwandern konnten. Ursprünglich sind also die Tiefen des Schwarzen Meeres unbelebt gewesen.

Wären aber die Existenzbedingungen in den Tiefen günstig, so könnten mit der Zeit aus den Bewohnern des Modiolaschlammes sich an die Tiefsee angepasste Organismen entwickeln, jedoch haben wir gesehen, dass die Versorgung der Tiefen mit Sauerstoff sehr mangelhaft geworden ist. Schon dieser Umstand genügte, um das Eindringen der Tiere in die Tiefen zu erschweren, dazu aber gesellte sich noch eine weitere wichtige Erscheinung. Durch den Tod grosser Massen Brackwassertiere in den Tiefen wurde ein grosser Vorrat der Verwesung unterliegender organischer Substanzen geschaffen. Durch die Fäulnis leicht zerstörender Substanzen entstanden die für das Leben schädlichen Produkte darunter Ammoniak, Kohlensäure und Schwefelwasserstoff.

Ursprünglich war der Sauerstoffvorrat in den Tiefen noch gross, so dass der entstehende Schwefelwasserstoff sich sogleich oxydierte und zerstört wurde. Dadurch aber wurde der vorhandene Sauerstoffvorrat bald verbraucht, und da er nur langsam, wegen der angedeuteten mangelhaften Zufuhr, ersetzt werden konnte, so blieb in den tieferen Wasserschichten immer ein Überschuss des unzerstörten Schwefelwasserstoffes der allmählich immer und immer nach oben diffundierte, bis zur Grenze, wo der Zufluss des Sauerstoffes von oben und des Schwefelwasserstoffes von unten einander Gleichgewicht halten konnten Endlich aber müsste der aus Leichen der Brackwassertiere entstandene Vorrat an organischen Substanzen erschöpft werden, damit die Bedingungen für die Bildung von $H_2S$ verschwinden, und das Leben sich in den Tiefen entwickelte.

Wir sehen aber, dass $H_2S$ noch bis jetzt in den Tiefen des Schwarzen Meeres vorwaltet Wir sind also genötigt, entweder anzunehmen, dass seitdem, als das pontische mit dem Mittelmeere in Zusammenhang trat, noch so wenig Zeit verfloss, dass die beschriebenen Prozesse noch nicht ihr Ende gefunden haben, oder wir müssen irgend welche andere Quellen

der verwesenden organischen Substanzen suchen. Solche Quellen weist Andrussow in der That auf.

„Erstens bringen die Flüsse viel vegetabilischen Detritus ins Meer, der auch in die grossen Tiefen gelangen kann, dann spülen die Wellen und Strömungen mit dem Schlamme verschiedene kleine Organismen von kleineren Tiefen in die grösseren ab. Weiter fallen auf die Meeresoberfläche die vom Winde weggeblasenen Koniferenpollen, die mit dem Meerwasser durchtränkt zu Boden sinken und sich mit dem Schlamme mischen. Endlich — und das ist die Hauptquelle — existiert im Schwarzen Meere ein quantitativ reiches Plankton. Dasselbe besteht aus Diatomeen, Peridiniden, Noktiluken, Tintinnoiden, kleinen Ctenophoren, Aurelien, Appendikularien, Copepoden, Sagitten etc. und reicht nur bis zu 100 Faden Tiefe. Bei dem Absterben oder mit den Exkrementen fallen Reste pelagischer Organismen zu Boden, in der That fängt man nach Ostroumoff unter 100 Faden nur tote Coscinodiscus und andere Diatomeen, sowie chitinöse Teile der Copepoden.

Auf diese Weise sammelte sich im Schlamme immer ein neuer Vorrat organischer Substanzen, und indem der alte Vorrat sich allmählich erschöpfte, wurde er durch diese neuen Stoffe ersetzt.

Diese theoretischen Betrachtungen bestätigen sich durch die Untersuchung des Schlammes. Wir finden darin zahlreiche organische Reste. Dieselben gehören grösstenteils pelagischen Organismen an.

Endlich findet man kleine Äste von Pflanzen in geringeren Tiefen und Koniferenpollen überall. Im Ozeane dienen die organischen Beimengungen des Schlammes meistens gewissen Tiefseetieren als Nahrung. Im Schwarzen Meere sind die Tiefen gleich vom Anfange unbelebt geworden, die Konsumenten also fehlten und fehlen bis jetzt. Deshalb unterliegen auch die in der Rede stehenden organischen Substanzen in der Totalmasse der Fäulnis, so dass die oben geschilderten Prozesse der Schwefelwasserstoffbildung auch bis jetzt fortdauern."

Andrussow bemerkt noch, dass die Prozesse, welche zur Schwefelwasserstoffbildung führen, in allen Ozeanen und Meeren von statten gehen, und auch eine nicht unbedeutende Rolle in der Ökonomie der Meere spielen. Nur würden sie selten auffallend, denn ausser dem Schwarzen Meere kenne man nur ein paar Fälle, wo im Meerwasser $H_2S$ beobachtet wurde. Das Vorhandensein des Schwefelwasserstoffes im Ozeanwasser wurde in der Beobachtung zugänglichen Quantitäten nie konstatiert. Indessen bei den Küsten und in den Flussmündungen beobachtete man in verschiedenen Fällen die Anwesenheit dieses Gases. Lewy fand den Schwefelwasserstoff in geringen, aber ziemlich konstanten Mengen im Meerwasser an den Küsten Frankreichs (Calvados). Er konstatierte, dass in den von der Ebbe gelassenen Pfützen der Gehalt dieses Gases während der Ebbezeit zunimmt, insbesondere wenn die Pfützen eine fast ausschliesslich animalische Bevölkerung besitzen.

In viel bedeutenderen Mengen scheint der Schwefelwasserstoff in den Mündungen einiger Flüsse der Westküste Afrikas, in der Mündung des Laplata und vielleicht des gelben Flusses sich vorzufinden. Auch kommt derselbe in einigen übersättigten Becken vor, z. B. im Golfe von Mertwij Kultuk des Kaspischen Meeres und im Toten Meere. Die Ursache der Bildung dieses Gases im Meerwasser sehen fast alle Forscher in der Reaktion zwischen den sich zersetzenden organischen Substanzen mit den Sulfaten des Meerwassers. So schreibt Daniell das Vorhandensein des $H_2S$ in den Mündungen der afrikanischen Flüsse dem Reichtume an faulenden vegetabilischen Resten zu, welche von den Flüssen ins Meer gebracht werden, und deren Wirkung auf die Sulfate des Meerwassers. Lewy sagt: „Animalische Stoffe wirken auf alkalische Sulfate, welche im Meerwasser gelöst sind, und führen sie in den Zustand der Sulfide über; die letzteren werden ihrerseits durch Kohlensäure zersetzt, und der

Schwefelwasserstoff löst sich ab.“ Ähnliche Erklärungen geben Forchhammer, Gmelin, Murray, Lebedintzeff und andere.

**Über Meeresströmungen** bemerkt G. Schott folgendes [1]). „Wenn man eine der gangbaren Übersichtskarten der Ozeane betrachtet, so fallen am ersten und meisten die dargestellten Meeresströmungen in die Augen. Diese Wasserbewegungen der Meeresoberfläche sind in vieler Hinsicht die noch am meisten bekannten und gekannten Phänomene der See, und doch werden mit wenigen Naturerscheinungen vielfach solche irrige Vorstellungen verknüpft, wie eben mit den Meeresströmungen.

Wenn schon die kartographische Darstellung der Windverhältnisse der Erde immer nur ein der Wirklichkeit angenähertes Bild geben kann, so gilt dies in ungleich höherem Grade von den Strömungskarten. Nach mehrfachen Studien über den Gegenstand und auf Grund auch der ausgeführten Seereisen benutze ich die Gelegenheit, darauf hinzuweisen, dass zunächst einmal die Stetigkeit und Beständigkeit der Strömungen, welche man nach den Kartenbildern so leicht annimmt, eine nur sehr geringe ist, und man selbst innerhalb der stärksten Strömungen nie vor anders gerichteten Versetzungen sicher ist. Es ist im ganzen kein glücklicher Vergleich, wenn man die Meeresströmungen ungefähr als „Flüsse im Meere“ mit denen des Festlandes zusammenstellt, wenigstens erweckt dies leicht falsche Vorstellungen. Ein dem Gefälle entsprechendes Moment fehlt gänzlich, die Ufer fehlen auch, so dass die Erdrotation einen beträchtlichen Einfluss zu äussern vermag; endlich scheint der ganze Transport der Wassermassen so vor sich zu gehen, dass in den Meeresströmungen während kürzerer oder längerer Perioden eine vielleicht schnelle Bewegung stattfindet, welche von einer Verlangsamung der Bewegung oder auch einer vollkommenen Stauung derselben gefolgt ist. Die wechselnden Winde üben, wofür tausendfache Beweise vorliegen, einen ausserordentlichen Einfluss selbst auf die stärksten unserer Meeresströmungen aus.

Sämtliche Darstellungen sind und können nichts weiter sein als Schemata, die nur sehr, sehr angenähert das geben, was wohl im Durchschnitte beobachtet worden ist. Also vor allem: man mache sich frei von der Vorstellung der Kontinuität dieser Wasserbewegungen.

Sodann mag als wichtig folgendes hervorgehoben werden. Je mehr man sich mit dem vorliegenden Gegenstande beschäftigt, desto mehr erhält man den allgemeinen Eindruck, dass diese Meeresströmungen recht unbedeutende Glieder der grossen, gesamten ozeanischen Zirkulation darstellen. Es folgt dies zum Teile eben aus ihrer Unregelmässigkeit und Unzuverlässigkeit. Das, was man schlechthin Meeresströmung nennt, ist beherrscht und verursacht durch die Zu-

[1]) Verhandlungen d. Ges. f. Erdkunde zu Berlin 1892. **20.** Nr. 1. p. 63.

stände in der Atmosphäre und erleidet mit letzteren Veränderungen, Verschiebungen.

Tiefere Einblicke in den eigentlichen Wasseraustausch der Ozeane können wir uns nur durch die Tiefseeforschung verschaffen, gerade wie man, in den letzten Jahren in immer steigendem Masse, zur Aufklärung der Vorgänge im Luftmeere die Bewegungen in den oberen und obersten Schichten der Atmosphäre zu entschleiern sucht.

Wie es so manchmal der Fall ist, verliert also das, was durch die äusserlichen Vorgänge die Aufmerksamkeit am meisten auf sich zieht, bei näherem Zusehen nicht unwesentlich an prinzipieller Wichtigkeit und wissenschaftlicher Bedeutsamkeit. Von praktischem Werte aber werden die Strömungen der Meeresoberfläche immer bleiben, nämlich für die Seeschiffahrt. Deshalb mögen aus den praktischen Erfahrungen noch einige Ergebnisse, welche bemerkenswert erscheinen, hier angefügt werden.

Die im Nord- und Südatlantischen Ozeane auf der Hin- und Rückreise ermittelten Stromversetzungen deckten sich meist gut mit dem, was man daselbst nach den gewöhnlichen Darlegungen erwarten durfte. Ich verfehle nun nicht, auf die Gegenden südlich und östlich vom Kap der Guten Hoffnung aufmerksam zu machen.

Es erscheint mir mehr als wahrscheinlich, dass hier zwischen 20° und 50° östl. L., also im Indischen Ozeane, nicht bloss eine östlich setzende Trift im Zuge der stürmischen Westwinde vorliegt, sondern ausserdem und eigentlich vorherrschend ein kalter, vom Südpole kommender Strom. Dafür sprechen die zum Teile ganz abnorm niedrigen Temperaturen, der geringe Salzgehalt des Seewassers und die hoch nördlichen Versetzungen, und endlich und ganz besonders die Triften von Eisbergen, welche hier oft den Kurs der Indienfahrer kreuzen auf Breiten, die derjenigen Neapels entsprechen. Die scharfen Gegensätze im Meere, welche auf kurze Entfernungen hin auftreten, sind im westlichen Teile auf den tropisch warmen Agulhasstrom zurückzuführen, weiter im Osten nördlich der Kerguelen auf eine gleichfalls warme Strömung, welche von Madagaskar herab südlich zieht und sich zwar weniger durch die absolute Höhe ihrer Temperatur als vielmehr durch eine sehr grosse Ausbreitung ihres Wassers auszeichnet, so dass hier unter diesen Längen Eisberge ganz fehlen.

Der Madagaskarstrom dürfte gegenüber dem Agulhasstrome eine ähnliche Rolle spielen wie der Antillenstrom gegenüber dem Florida- oder Golfstrome. Es scheint überhaupt, als ob allen intensiven, räumlich aber eingeengten Meeresströmungen eine zweite, schwächere, aber räumlich ungleich ausgedehntere Strömung, welche luvwärts zum Passate liegt, sekundiert, welche durch ihren Wärmevorrat klimatisch von besonderer Wichtigkeit wird. Will man die neueren Untersuchungen im Grossen Ozeane gelten lassen, so hat man auch bei dem Kuro-shiwo dieselbe Erscheinung. Dies wären also geographische Homologien von vorzüglicher Ausbildung.

Über die eben genannte bedeutendste Meeresströmung des Grossen Ozeans, den Kuro-shiwo, welchen ich an verschiedenen Stellen durchquerte, möge die Notiz hier gestattet sein, dass wohl alle Karten ihn auf seinem Laufe zwischen der Insel Formosa und Japan zu weit östlich verzeichnen; er läuft vielmehr in seiner Gesamtheit westlich der Lu-Chu-Inseln. Seine linke Kante, die sich dem asiatischen Festlande zuwendet, ist äusserst scharf, wie mit einem Messer abgeschnitten gegen den kalten chinesischen Küstenstrom, seine Ostkante in derselben Weise wie diejenige des Golfstromes undeutlich und verwischt: entschieden eine Wirkung der Erdrotation. Wir haben ja auf der südlichen Halbkugel im Bereiche des Agulhasstromes die umgekehrte Erscheinung: da ist die linke Kante diejenige, auf welcher das Wasser beständig aus dem Strome abkurvt, so dass wir die theoretisch notwendige Ablenkung nach links vorfinden."

**Die Entstehung und Verbreitung des antarktischen Treibeises** ist von Dr. K. Fricker untersucht worden[1]). Verf. weist zunächst auf den Unterschied zwischen Arktis und Antarktis hin. Beide Teile seien in vielen Hinsichten Widerspiele, vor allem in bezug auf die Verteilung von Land und Wasser in ihren eigenen und den angrenzenden Regionen, wodurch wieder alle anderen Unterschiede bedingt werden. Die Arktis zeige ein fast auf allen Seiten von Land umgrenztes Binnenmeer, um das sich, was vor allem bemerkenswert ist, die breitesten Kontinentalmassen der Erde zusammendrängen, so dass ungefähr 77—78% des gesamten nördlichen Polarkreises auf Land entfallen; nur durch vier oder fünf mehr oder weniger enge Pforten stehe dieses interkontinentale Mittelmeer mit den beiden grossen, sich vorwiegend meridional erstreckenden Ozeanen in Verbindung, von diesen Verbindungswegen des nördlichen Eismeeres mit den Ozeanen hätten aber nur zwei eine grössere Bedeutung für die Abfuhr des festen und Zufuhr des flüssigen Wassers, die breiten Öffnungen zwischen Europa und Grönland und die Davisstrasse. Ausserordentlich viel günstiger lägen dagegen die Verhältnisse im arktischen Eismeere für die massenhafte Bildung schweren Seeeises. Seine fast allseitige Abgeschlossenheit und geringe Tiefe hindere die Entstehung einer kräftigen, die Eisdecke zerbrechenden Dünung, wie sie die grossen offenen Ozeane besitzen, die gewaltigen, umliegenden Kontinente aber erzeugen im Winter eine alles in die Fesseln des Eises schlagende Kälte. Die Bildung und Erhaltung der Eisdecke werde dabei vielfach noch durch die Abschliessung der einzelnen Meeresteile durch Halbinseln und Inseln unterstützt, in deren Schutze das Meer stellen-

[1]) Die Entstehung und Verbreitung des antarktischen Treibeises. Ein Beitrag zur Geographie der Südpolargebiete von Dr. K. Fricker. Mit 1 Karte. 208 Seiten. Leipzig 1893. Rossberg'sche Hofbuchhandlung.

weise wohl jahrelang ungebrochen bleibe, oder die wenigstens das Abtreiben des Eises erschweren.

Ganz das Gegenteil der Verhältnisse der Arktis zeige die Antarktis. Anstatt eines rings von Kontinenten eingeschlossenen Beckens finde man hier eine selbst im günstigsten Falle relativ geringe Landmasse inmitten der ausgedehntesten Ozeane der Erde. Habe das nördliche Eismeer noch an mehreren Stellen Verbindung mit den offenen Ozeanen, so sei der antarktische Kontinent oder Archipel selbst bei seiner grössten Annäherung an eine grössere Landmasse immer noch 6—7 Breitengrade von ihr entfernt, wobei auch noch die beiderseits vorgelagerten Inseln eingerechnet sind; diese grössere Landmasse ist überdies nur das schmale Südende des amerikanischen Doppelkontinentes. Die Verteilung von Wasser und Land auf der Südhalbkugel lasse für die gesamte Antarktis ein in hohem Grade ozeanisches Klima erwarten, und dies gelte auch für den etwa vorhandenen Kontinent, wenn auch vermutlich nicht in dem ausserordentlichen Masse, als man bisher anzunehmen pflegte, und in ganz besonderer Weise.

Dieselbe Ursache, die in der Antarktis die ausserordentliche Häufigkeit der Eisberge bewirkt, sei einer kräftigen Bildung von Meereis wenigstens in dem Masse, wie sie im nördlichen Eismeere stattfindet, entschieden hinderlich. Das Offenliegen den weiten Flächen der Ozeane gegenüber lasse die mächtigen Dünungen ihren zerstörenden Einfluss auf die Eisdecke viel stärker ausüben, als dies im Norden möglich ist, und die Stürme selbst verhinderten in höheren Breiten, zu denen die Dünung der Ozeane nicht mehr oder nur schwach hindringt, die Bildung eines zusammenhängenden Eismantels von der Dicke des arktischen. Man werde also beim antarktischen Treibeise eine viel stärkere Beteiligung des Gletschereises zu erwarten haben als beim arktischen.

Verf. unternimmt dann, den Stand der Vergletscherung der bis jetzt bekannten Landgebiete der Antarktis auf Grund des allerdings dürftigen Materiales zu bestimmen. Hierauf werden die klimatischen und darunter vorzugsweise die Niederschlagsverhältnisse betrachtet und zuletzt die Meeresströmungen. Im ganzen ist, wie der Verf. selbst zugesteht, unsere desfallsige Kenntnis der antarktischen Verhältnisse freilich äusserst gering und unsicher. Zu den Gletschergebilden der Antarktis übergehend, bemerkt Verf., dass dort vor allem 2 Gletscherformen, und zwar gerade die wichtigsten, auftreten, nämlich Gletscher mit individuellem Gepräge, also wenigstens äusserlich von annähernd alpinem Habitus, und das Inlandeis. „Von beiden scheinen aber die ersten eine verhältnismässig geringere Rolle zu spielen, da sie nur in den Gebieten beobachtet werden, in denen besonders bedeutende Erhebung und mannigfaltiger Oberflächenbau des Landes die Bildung des Inlandeises verhindern. Sie finden sich daher einmal auf den Südshetland- und Südorkneyinseln, im Südosten des Louis-Philippslandes in der Gegend des Mt. Haddington, und end-

lich an der Ostküste des Viktorialandes, sowie auf den Ballenyinseln. Dagegen umgürten die endlosen senkrechten Mauern des Inlandeises nahezu alle übrigen näher gesehenen Gebiete, die Nordküste des Louis-Philippslandes, sowie dessen Südküste, das Grahamsland, die einzelnen Gebiete des Enderbylandes, das Wilkesland, die Nordküste des Viktorialandes und die Südküste des Rossmeeres, endlich auch sehr wahrscheinlich das von Cook in ca. 71° südl. Br., 105° westl. L. gesehene Land.

Über die äussere und innere Beschaffenheit beider Gletscherformen lässt sich aus ihnen selbst wenig, fast nichts sagen. Über den inneren Bau gestatten zwar die Angaben, über die so häufig in grosser Nähe gesehenen Eisberge Schlüsse zu ziehen, für die Gesamterscheinung können wir aber nur auf das zurückgehen, was man aus meist sehr beträchtlicher Entfernung erkundet hat. Betreten hat bis jetzt noch kein menschlicher Fuss das Inlandeis oder einen Gletscher, es müsste denn auf den Südshetlandinseln oder in den ihnen benachbarten Ländern gewesen sein; berichtet wird aber darüber nichts.

„Bei den Gletschern vom alpinen Habitus, um den Ausdruck der Kürze halber anzuwenden, fällt, da wir sonst nichts von ihnen wissen, vor allem ihre enorme Ausdehnung auf. Die Breite des Rossgletschers auf Südgeorgien, die oben als sehr bedeutend erwähnt wurde und mit ihrer Ausdehnung von 4100 *m* am unteren Ende alle Gletscher der Alpen weit übertrifft, ist noch klein gegenüber den Dimensionen der antarktischen Gletscher im engeren Sinne. Soviel aus den Schilderungen hervorgeht — und auch die besten von ihnen sind ihrer Zeit entsprechend von einer bedauerlichen Unbeholfenheit — müssen diese Gletscher mit ihrer riesigen Ausdehnung eigentümliche Sammeltypen darstellen von sämtlichen für gewöhnlich unterschiedenen Gletscherformen. Dies gilt besonders von den Vorkommnissen an der Ostküste des Viktorialandes, denn Ross spricht bestimmt von einzelnen Gletschern, welche die Thäler zwischen den 2000—3000 *m* hohen Bergketten und Gipfeln erfüllen, und deren Zungen mehrere Seemeilen weit in die offene See hinausragen; dabei bemerkt er ebenso ausdrücklich, dass das ganze Land vollkommen mit Schnee bedeckt war, so dass nur an ganz seltenen Stellen der nackte Fels sichtbar wurde. Da diese allgemeine Schneebedeckung aber auch überall sonst in der Antarktis die Regel ist, so hat man es hierbei nicht mit einer zufälligen, sondern mit einer andauernden Erscheinung zu thun, und in diesem Falle kann eine Firnbildung nicht ausbleiben. Für Inlandeis und für Gletscher von skandinavischem Typus wird demnach der feste Untergrund zu mannigfaltig, für deutlich getrennte Firn- und Gletscherbildungen im Sinne der alpinen der Niederschlag zu gross und die Eisbildung zu langsam sein. Auf diese neben den grossen Gletschern vorhandene allgemeine Firnbekleidung ist wahrscheinlich auch der Eisgürtel zurückzuführen, der hier im Viktorialande, überall, wo nicht die grossen Gletscher ins Meer treten, die Küste umgiebt. Man könnte ja an Feldeis oder an den Eisfuss denken, was aber angesichts des sehr kräftigen Gezeitenstromes (nur mit äusserster Mühe konnten die von Ross abgesandten Boote dagegen aufkommen) kaum berechtigt scheint, zumal Ross auch von heftiger Brandung spricht; beiden Gewalten müsste ein doch niemals so fest am Lande haftender Meereisgürtel rasch zum Opfer fallen. Südlich von 73° südl. Br. kam Ross der Küste nicht mehr nahe genug, um Einzelheiten deutlich zu erkennen, und westlich vom Kap North ging die Vergletscherung rasch in Inlandeis über. Ausgesprochen individuelle Gletscher scheint weiter, wie bemerkt, auch noch

die Gegend im Osten und Norden vom Mt. Haddington (Louis-Philippsland) zu haben, wenigstens nennt Ross hier die Küste frei von Eis mit Ausnahme von ein oder zwei Stellen, wo Gletscher „filled the valleys and projected into the sea“. Auch die Schneebedeckung ist hier nicht so allgemein wie an der Nordküste und auf der Joinvilleinsel, deren Vergletscherung sich dem norwegischen Typus zu nähern scheint. Dagegen zeigt die Küste im Süden vom Mt. Haddington wieder durchaus eine ununterbrochene, wenn auch in vertikalem Sinne nicht beträchtliche Firn- und Eisbedeckung, die überall am Ufer eine senkrechte Mauer bildet, deren Höhe über Wasser freilich nur zwischen 20 und 50 F. (6.6 — 16.4 *m*) schwankt. Die Joinvilleinsel besitzt an ihrer Ostküste einen mehrere Seemeilen breiten Gletscher, dessen Ende über Wasser eine Höhe von gegen 100 F. (ca. 30 *m*) hat, „the great southern barrier in miniature,“ wie Ross sagt.

Über die äussere Beschaffenheit der Gletscher auf den Südshetland- und Südorkneyinseln lässt sich nichts anführen, die Berichte, selbst die von Dumont d'Urville, geben darüber gar nichts näheres an.

Dasselbe gilt auch für das nur aus seinen Endmauern bekannte Inlandeis. Was bei ihm besonders auffällt und für die Untersuchung des inneren Baues wichtig ist, das ist die annähernd gleichmässige Höhe über Wasser aller der Eismauern, von denen überhaupt genauere Messungen vorliegen. Die grosse Eismauer sensu stricto im Osten der Vulkane Erebus und Terror zeigte von ihrem Beginne bis zu einer Entfernung von 250 Seemeilen (ca. 460 *km*) davon eine Höhe, die zwischen den Grenzen 150 und 200 F. (ca 46 — 61 *m*) schwankte; noch weiter im Osten wurde sie allerdings beträchtlich niedriger, indem sie in ca. 78° 11′ südl. Br., 161° 27′ westl. L. nur noch 107 F. (33 *m*), und 10 Seemeilen östlicher gar nur noch 80 F. (24 *m*) mass. Direkt am Fusse der Vulkanberge war sie höher, 200 — 300 F. (61 — 91 *m*) hoch, was vielleicht auf ein Aufruhen des Eises auf dem Grunde hindeutet; auch die 200 — 500 F. (61 — 152 *m*) hohe Eismauer der Nordküste des Viktorialandes scheint in dieser Lage zu sein, wenigstens zum Teile, da ganz dicht bei ihr Ross lange Reihen von gestrandeten Eisbergen liegen sah. Wilkes beobachtete die Eismauer zuerst in 66° 12′ südl. Br., 137° 2′ östl. L., um sie von da an fast immer im Gesicht zu behalten, wenigstens bis 64° 57′ südl. Br., 112° 16′ östl. L. Er giebt ihre Höhe als anfangs 150 — 200 F. (46 — 61 *m*) betragend an, später nennt er sie 150 F. hoch; d'Urville, der sie nur auf der kurzen Strecke von etwa 142° — 131° östl. L. sah, erklärt sie für 100 — 150 P. F. (32 - 49 *m*) hoch, während sie von seinen Begleitern als ca. 150 P. F. (ca. 50 *m*) und 30 — 31 *m* hoch angegeben wird. Die Eismauer, die Biscoe im Westen des Enderbylandes unter 66° 2′ südl Br, 53° 54′ östl L. fand, schätzte er so hoch wie das North-Foreland, d h 30 — 35 *m*; dieselbe Höhe könnte auch die von Cook in 67° 15′ südl. Br., 39° 35′ östl. L. gesehene Eismauer gehabt haben, und ebenso die von ihm in 107° westl. L., 71° südl. Br. erblickte. Über die Höhe der Eismauer des Louis-Philippslandes wird ausser dem vorhin nach Ross angeführten nichts angegeben; ziemlich niedrig sind endlich die Eismauern an der Küste des Grahamslandes, die nur 3 — 3.7 *m* Höhe erreichen.

Über die sonstige Erscheinung der Eismauern ist nur wenig mitzuteilen. Die grosse Eismauer im Süden des Rossmeeres hatte, soweit Ross sie verfolgen konnte, nur im Osten ein anderes Aussehen als im übrigen, sehr einförmigen Verlaufe. Hier fand sich einmal, in 78° 10′ südl. Br., 169° 20′ westl. L. der erste tiefere Einschnitt, wobei zugleich die Höhe sich verminderte, dann aber änderte sich ihr Aussehen ganz besonders in der Gegend, wo sie Ross bei seiner zweiten Reise aufsuchte, in 78° 11′ südl. Br., 161° 27′ westl. L. Hier befand sich nicht nur eine 8 — 9 Seemeilen tiefe Bucht im Eisrande, sondern dieser, wie eben angeführt, nur noch 24 — 33 *m* hoch, zeigte sehr bewegte Umrisse, war vielfach eingebrochen und gezackt.

Viel auffälliger und bemerkenswerter ist indessen die Erscheinung, die das Inlandeis des Adèlielandes nach d'Urville's Schilderung darbietet. Hier sind es die tiefen Risse, die, wohl von Schmelzwasserbächen herrührend, die Oberfläche des Eises zerklüften und, etwas weiter nach Westen, in der Bai des Ravines das Auftreten gewaltiger Spalten im Eise, die höchstwahrscheinlich mit der Bewegung über ungleichförmigen Untergrund zusammenhängen."

Moränenbildung ist bei den antarktischen Gletschern noch nicht beobachtet worden.

Was die Auflösung der Gletscher und des Inlandeises der Antarktis anbetrifft, so ist zweifellos die Abstossung des Eises in Gestalt von Eisbergen die wichtigste.

„Der grösste vom Challenger gesehene Eisberg hatte eine Länge von 3 Seemeilen, und in seiner Nähe befanden sich noch mehrere nahezu ebenso grosse; überhaupt scheint die Länge von 3 Seemeilen nicht allzu selten zu sein, Wilkes erwähnt sie wenigstens als öfters vorkommend. Noch grössere Eisberge beobachtete Ross in 70° 30′ südl. Br., 173° 10′ westl. L., wo einer nahezu 4 Seemeilen im Durchmesser hatte, und bei der Cockburninsel (Louis-Philippsland) einen von 4—5 Seemeilen Durchmesser. Bis zu 5 Seemeilen lange Eisberge sah auch Wilkes, während ein von Bellingshausen in der Gegend von 60° südl. Br., 170° westl. L. gesichteter auf die enorme Ausdehnung von 10 Seemeilen Länge und Breite geschätzt wurde; würden diese Beobachtungen ganz richtig sein, so hätte dieser Koloss einen Flächeninhalt von 100 Quadratseemeilen oder ca. 345 *qkm* gehabt, d. h mehr als das Fürstentum Schaumburg-Lippe. Da der Eisberg im Mittel 110 F. (rund 35 *m*) hoch war, so würde er, ohne eine grössere horizontale Ausdehnung unter Wasser anzunehmen, im ganzen 245—250 *m* hoch gewesen sein, und einen Inhalt von 86.25 *ckm* besessen haben. Dies dürfte wohl einer der grössten bisher beobachteten Eisberge gewesen sein, denn eine Angabe, dass im Jahre 1833 in 55° 57′—56° 20′ südl. Br., 132°—127° westl. L. eine 40 Seemeilen lange Eisinsel gesehen worden sei, beruht vermutlich auf einer Verwechselung mit einer ganzen Reihe geschlossen schwimmender Eisberge; jedenfalls hat das Vorkommen einer so unglaublichen Ausdehnung, noch dazu in einer verhältnismässig niederen Breite, sehr wenig Wahrscheinlichkeit".

Den Eisbergen wohnt keine eigene motorische Kraft inne, sie müssen den Anstoss zu ihrer äquatorwärts gerichteten Wanderung von anderer Seite erhalten, und die Bewegungsursachen für sie sind die Kraft der Meeresströmungen und der Winde. „Dass von diesen beiden die erste ungleich wichtiger ist als die zweite, geht schon aus der Überlegung hervor, dass das Volum der frischen Eisberge unter Wasser sechsmal so gross ist als über Wasser, dass infolge dessen der Wasserdruck auf eine sehr viel grössere Fläche wirkt als der Winddruck. Im ganzen ist die Bewegung wohl recht kompliziert."

Die äussersten Grenzen, die das Eis nach Norden hin erreicht, hat Dr. Fricker auf einer Karte sorgsam eingetragen, doch sind dieselben im einzelnen sehr unsicher. Auch die Häufigkeitsangaben hängen sehr davon ab, wie stark der betreffende Meeresteil von Schiffen frequentiert wird. Über die Bildung und das Verhalten des Eises im Winter ist nichts bekannt. „Das Gefrieren des Meeres beginnt in den höheren Breiten, in der Gegend der grossen Eismauer, schon Anfang Februar, und bei — 6.9° bildete sich in der

Nähe der grossen Eismauer in Lee der grösseren Packeisbrocken rasch Jungeis von 3 — 4" (ca. 8 *cm*) Dicke. Man wird annehmen dürfen, dass sich im Winter vor allem die grossen südlicheren Meeresteile, das Rossmeer und das Georgsmeer, wie es sein Entdecker Weddell genannt hat, fast völlig mit Eis bedecken, das aber bei der starken Bewegung des Meeres nie länger zum Stehen kommt und keine stärkeren Felder bilden kann; man darf diese Horizontalausdehnung der Eisbildung daraus schliessen, dass Ross die Breite des von ihm im Sommer 1841/42 durchsegelten und nach N treibenden Packeises auf rund 800 Seemeilen schätzte, was annähernd der Breite von der Eismauer bis zum Eintrittspunkte von Ross in das schwerere Packeis entspricht. Aber auch sonst scheinen durchschnittlich wenig oder gar keine grösseren Strecken der höheren Breiten im Winter ohne ausgedehntere Meereisbildung zu sein, wenn es bei ihnen auch vielfach nicht zur Bildung eines schwereren Packeises kommen mag."

Die Hauptergebnisse seiner Untersuchung fasst Fricker im folgenden kurz zusammen:

1. „Es sind im Südpolargebiete ausgedehnte Landmassen vorhanden, und es ist begründete Aussicht, dass sich bei genauerer Nachforschung deren noch beträchtlich mehr ergeben werden. Ob sie aber sämtlich über Wasser zusammenhängen und so einen Kontinent im engeren Sinne bilden, oder ob sie nur einem gemeinsamen Sockel angehören, ist ebenso ungewiss wie ihr Oberflächenbau und ihre Umrissgestalt.

2. Die klimatischen Verhältnisse der antarktischen Gebiete sind derart, dass eine stärkere Schneebedeckung und Vergletscherung der vorhandenen Länder notwendig erscheint und auch thatsächlich vorhanden ist.

3. Die Auflösung der antarktischen Gletscher erfolgt ganz überwiegend durch die Bildung von Eisbergen.

4. Die Eisberge bilden weitaus die grösste Masse des antarktischen Treibeises; ihre Verteilung beruht auf dem Zuge der Meeresströmungen und findet rings um das antarktische Landgebiete herum statt.

5. Das antarktische Meereis tritt gegenüber den Eisbergen quantitativ stark zurück, vermag sich aber ebenfalls bis weit nach Norden auszubreiten."

**Die Wanderdünen der hinterpommerschen Ostseeküste** schilderte auf der Goslarer Geologenversammlung Keilhack. Zwischen den Mündungen der Wipper (Rügenwalde) und der Stolp (Stolpmünde) streckt sich die diluviale und tertiäre Hochfläche von Jershöft aus der sonst schnurgerade verlaufenden Küstenlinie auffallend hervor. Östlich von diesem steilen Kliffe liegen zwei ausgedehnte Becken, das erste, der Vietzker See, mit Wasser flach erfüllt, das zweite bis auf kleine Seen völlig zugetorft. Von der See sind diese Haffseen durch eine Nehrung getrennt, die im Osten bewaldet, im Westen dagegen sehr kahl ist und eine Breite von

$1-1^1/_2$ *km* besitzt. Auf dieser Nehrung im Gebiete der Ortschaften Schlackow, Görshagen und Vietzke liegen die merkwürdigen Wanderdünen. Man bezeichnet mit diesem Worte vom Winde zusammengehäufte, vollkommen vegetationslose Sandmassen von mehreren Hundert Metern Breite, etwa doppelt so lang wie breit und 20 bis 50 *m* hoch, die sich in langsam rollender Vorwärtsbewegung in einem ganz bestimmten, von der vorherrschenden Windrichtung abhängigen Sinne befinden. In Pommern ist diese Bewegung fast genau nach Osten, also von der Küste weg unter spitzem Winkel landeinwärts gerichtet. Nehmen wir aus den etwa 15—20 in Bewegung befindlichen Wanderdünen zu genauerer Betrachtung eine heraus, und gehen wir von Westen auf sie zu: wir kommen dabei zunächst in eine von parallelen, langgestreckten, bewachsenen, niedrigen Dünen begrenzte thalartige Ebene, die sich genau von West nach Ost erstreckt und als die Wanderbahn der Düne bezeichnet wird. Dieser ebene Thalboden, der in dem schon länger von der Düne verlassenen westlichen Teile meist mit nach Osten immer jünger werdendem Walde bestanden ist, wird nach Osten immer kahler und geht dann in allmählichem Anstiege in die Wanderdünen über. Langsam ansteigend erreicht man dann die Höhe der gewaltigen Sandmasse. Nach Osten senkt sie sich von ihrem Gipfel aus um den Betrag einiger Meter gleichfalls noch langsam, dann aber kommt eine wie mit der Schnur gezogene Nord-Südlinie, von welcher aus mit der bei losem, trockenem Sande überhaupt möglichen grössten Neigung von $30-31^0$ die Düne 20—30 *m* abstürzt. Hinter der Wanderdüne wird vom Winde der noch nicht bewachsene Teil der Wanderbahn und die Flanke der begrenzenden Dünenketten ausgeblasen und jedes Sandkorn über den Dünenrücken fort und die steile Böschung hinabgeführt. Die Ausblasung der Wanderbahn wird fortgesetzt, bis der Grundwasserspiegel erreicht ist, und aus der sehr gleichmässigen Oberfläche desselben in dem gleichkörnigen, durchlässigen Sande erklärt sich ungezwungen die tischgleiche Ebene der Wanderbahn. In sehr trockenen Jahren, wie jetzt, wird bei niedrigem Grundwasserstande die Wanderbahn sehr tief ausgeblasen, so dass beim Steigen des Grundwassers die Oberfläche überschritten wird, und kleine flache Teiche sich bilden, in denen Wasserschnecken und -pflanzen existieren können. Wird ein derartiges kleines Süsswasserbecken wieder von neuem zugeschüttet, so werden seine Bewohner mit begraben, und so kann es kommen, dass man inmitten von äolischen Sandbildungen plötzlich einer dünnen Sandschicht mit Süsswasserschnecken begegnet. Die Wanderdünen sind höchstwahrscheinlich keine sehr alten Bildungen, sondern die ältesten mögen ein Alter von 500 Jahren nur wenig überschreiten. Sie entstehen dadurch, dass im Gebiete der niedrigen, älteren Stranddünen durch weidendes Vieh, durch Abplaggen von Rasendecke oder durch unvernünftige Abholzung die schützende Vegetationsdecke zerstört und der Sand vom Winde fortgeschafft wird. Immer greift der Wind

die kleineren Dünen von der Seite, nie von oben an; er gräbt tiefe, kesselförmige Löcher aus, die nach den Seiten mehr und mehr erweitert werden. Um diese „flüchtig gewordenen" Dünen hängt das Wurzelwerk der Vegetationsdecke wie ein viel zu weiter, schlotternder Mantel herum und verleiht diesen „Kupsendünen" ein ganz eigentümliches Aussehen. Die Geschwindigkeit, mit der diese Wanderdünen sich vorwärts bewegen, ist eine recht beträchtliche und kann nach einer Anzahl hier nicht näher anzuführender Beobachtungen auf 12—18 *m* im Jahre geschätzt werden. Der Steilabsturz der Ostseite ist nur bei den höheren Wanderdünen in grösster Schärfe entwickelt; bei den niedrigeren fehlt er ganz oder ist nur östlich einmal in 4—6 *m* Höhe vorhanden. Er ist, wie gesagt, dadurch bedingt, dass die grosse Mehrzahl der starken Winde in diesem Gebiete von Westen nach Osten bläst. Bei starkem Winde aus Osten tritt nun eine eigentümliche Änderung des Aussehens der Düne ein; die steile Ostwand bleibt zwar unbeweglich liegen, da der Sand natürlich auf diesen Absturz nicht wieder hinaufgeblasen werden kann, die scharfe Kammlinie aber verschwindet, und auf der flacheren Westseite bilden sich zahlreiche kleine Steilabstürze von $^1/_2$—2 *m* Höhe, die nach Westen gewandt sind und den Rücken der Wanderdüne im Profile wie gesägt erscheinen lassen. Sehr interessant sind auch die bei den Wanderdünen zu beobachtenden vegetativen Verhältnisse. An mehreren Stellen brechen die Wanderdünen in Kiefernwald, untermischt mit Birken und den Laubbäumen kleiner Moorflächen ein; diese ganze Vegetation vermag natürlich den wandernden Sand auch nicht einen Augenblick aufzuhalten, sondern wird vollständig von demselben verschüttet. Im Sande verrotten die kleineren Äste, und nur die stärkeren Stammteile vermögen, wenn dieser Wald hinter der vorwärtsziehenden Düne wieder zum Vorscheine kommt, den Angriffen von Wind und Regen zu widerstehen. So sieht man denn hinter der Düne nur zahlreiche 1—2 *m* hohe Stubben als traurige Reste des einstigen Waldes. Die nur zur Hälfte eingeschütteten Kiefern und Birken sterben nach einigen Jahren gleichfalls ab. Sind aber Weiden und Birken nur bis etwa 3 *m* über den Wurzeln eingeweht, so bricht aus dem Stamme dicht unter der neuen Oberfläche eine Fülle von Wurzeln hervor, die das weitere Gedeihen des Baumes sichern. Rückt aber die Wanderdüne weiter vor, so wird der Baum wieder ausgeblasen, und seine Wurzeln hängen, manchmal in 2 Generationen übereinander, frei in der Luft.

**Unterseeische Flussrinnen.** Dr. E. Linhardt hat[1]) über gewisse in der Nähe der Küste und besonders vor Flussmündungen sich findende unterseeische Schlünde, Rinnen und Kanäle, die man gleichsam als submarine Fortsetzungen des betreffenden Flussbettes ansehen kann, eine grössere Studie veröffentlicht. Die erste Kunde über das Vorhandensein solcher Bildungen brachte

[1]) Jahresber. der geogr. Ges. in München 1890/91. 14. Heft. p. 21 u. ff.

Hörnlimann, der sie 1883 bei der Mündung des Rheines in den Bodensee konstatierte. Fast gleichzeitig fand sie Forel beim Genfer See, wo die Rhone in denselben eintritt. Die Rinne des Rheins ist bis auf 4 *km* Länge und bis zu 125 *m* unter dem Wasserspiegel bekannt; ihr Maximalprofil misst 70 *m* Tiefe und zeigt eine Breite von 600 *m*. Bei der Rhone konstatierte man die Furche im See mehr als 6 *km* vor der Mündung; ihre Breite wechselt von 500 *m* bis 800 *m*, und im Einschnitte, dessen Ränder 800 *m* vom Ufer weg eine Höhe von 50 *m* besitzen, herrscht noch über Saint-Gingolph hinaus eine Tiefe von 200—230 *m*. Alle diese Stromrinnen werden durch Furchen, welche in der Hauptabdachung des unterseeischen Deltas ausgehöhlt sind, und durch seitliche Dämme, die sich auf beiden Ufern der Furche erheben, gebildet. Ihr Verlauf ist nicht geradlinig, sondern oftmals gekrümmt, ja im Genfersee zeigt er sich auffallend parallel zu den Küstenbiegungen. „Ähnliche Schluchten, wenn auch weniger tief, findet man an der Mündung vom früheren Rhein- und Rhonebette, nämlich vor dem Orte Altenrhein am Bodensee und vor derjenigen Rinne, welche den Namen Vieux-Rhône am Genfersee führt.“

Die Sondierungen Magnaghi's im Golfe von Genua liessen M. A. Issel erkennen, dass die Thäler von fast allen Wasserläufen Westliguriens (so namentlich der Flüsse Bisagno, Polcevera, Quiliano, Aquila, Merula, Arma, Argentina oder Taggia, Nervia, Roia) sich in unterseeischen Rinnsalen fortsetzen, welch' letztere genau die nämliche Richtung wie jene einhalten und bis zu einer Tiefe von 900 *m* verfolgt werden können.

Buchanan erwähnt ein tief eingeschnittenes submarines Thal im innersten Winkel des Golfes von Biscaya. Wie eine Grube oder ein Cañon erscheint es und dringt dicht bis an die Küste zum Kap Breton, woselbst sich früher der Fluss Adour ins Meer ergoss, vor. Diese bemerkenswerte Rinne zieht parallel mit der Kette der Pyrenäen und den Küstengebirgen von Nordspanien.

Die mächtigste unterseeische Stromrinne besitzt der Kongo. Sein submariner Lauf bildet einen ungeheueren Cañon mit steilen schlammigen Seiten, welcher weit in die Strommündung herauf eindringt. In einem Küstenabstande von etwa 35 Meilen zeigt die 100-Fadenlinie Ausbiegungen nach dem Ufer zu, welche sowohl nördlich wie südlich vom Cañon verlaufen. Ähnliches Verhalten bemerkt man bei der 500-Fadenkurve in etwa 60 Meilen und ebenso bei der 1000-Fadenlinie in vielleicht 80 Meilen vom Gestade weg. Von diesen den Schlund förmlich begrenzenden Isobathen dringt die 100-Fadenkurve 20 Meilen weit in den eigentlichen Kongolauf ein, jene von 500 Faden reicht bis auf 10 Meilen und endlich jene von 1000 Faden bis 50 Meilen an die Flussmündung heran. An der Mündung des Stromes in der Nähe von Shark Point beträgt die Weite der Rinne 3 Meilen und ihre tiefste Stelle 333 Faden; die grösste Tiefe im Flusse fand sich beim Banana

Creek zu 242 Faden. 35 Meilen vor der Mündung des Stromes nach der See zu beobachtet man eine Schlundweite von 6 Meilen und 573 Faden Maximaltiefe; hier ist der Cañon 500 Faden tief im Meeresboden eingeschnitten.

Nahe der Einfahrt in die Bai von New-York findet sich eine Reihe tiefer Schlammhöhlen, und Dana erkannte, dass diese Schlammlöcher in einer thalähnlichen Depression sich befinden, die in höherer Lage gedacht ganz gut als Fortsetzung des Hudsonlaufes gelten würde, weshalb man auch meinte, die Schlammhöhlen möchten nicht isoliert auftreten, sondern einen ununterbrochenen Kanal bilden. Die neuesten Vermessungen bestätigten diese Vermutung.

An der pacifischen Küste der Vereinigten Staaten finden sich nach Davidson submarine Thäler, die Linhardt nach den Originalquellen genauer beschreibt.

Nach Forel ist die Rinne im Genfersee teils durch aushöhlende Thätigkeit, die man in einer den Deltaboden angreifenden Strömung suchen muss, teils durch Ablagerung von Detritus an den Seiten dieser Strömung, welcher die Dämme an ihren Ufern zuzuschreiben wären, verursacht. Man hat daher einen Tiefenstrom vorauszusetzen, und dieser verdankt sein Zustandekommen dem mit Schwemmstoffen beschwerten und kälteren Flusswasser.

Linhardt weist noch darauf hin, dass eine ausgesprochene Ähnlichkeit in der Wirkungsweise zwischen einem Gletscher und dem Tiefenstrome im Lac Leman vorhanden wäre.

Anderseits betont er, es sei wohl kaum anzufechten, dass die von Issel beschriebenen submarinen Stromrinnen im Golfe von Genua dadurch hervorgerufen seien, dass in früheren Zeiten dieser Golf zum grössten Teile trocken lag und von entsprechend entwickelten Flüssen durchschnitten wurde.

Bezüglich des Kongolaufes glaubt Stassano, eine Senkung der betreffenden Küstengegend annehmen zu müssen, und zieht seine Schlüsse aus der Thatsache, dass kurz vor der Mündung dieses Stromes, etwa bei Banana, sich ein reich inundiertes Gebiet vorfindet, welches nicht auf einmündende Zuflüsse oder auf Verzweigungen, resp. Abzweigungen des Hauptflusses zurückgeführt werden könne, sondern seine Ursache in dem Abwärtsbewegen des Landstriches hätte.

Dieser Theorie schliesst sich Linhardt an. Das untermeerische Thal an der Ostküste der Union ist bezüglich seiner Entstehung wahrscheinlich auf den Hudsonfluss zurückzuführen, und die submarinen Thäler an der Küste des Stillen Ozeans verdanken ihr Entstehen wahrscheinlich früheren hier strömenden Flüssen, deren Lauf in das Randplateau eingeschnitten erschien. Plausibel ist es auch hier, eine positive Niveauänderung als Grund für die jetzige submarine Lage der Stromrinnen anzunehmen.

„Als Resultat,“ sagt Dr. Linhardt, „darf gelten, dass allen submarinen Thälern, die zur Besprechung gelangten, nahezu der

gleiche Entstehungsgrund, nämlich Erosion durch einen Fluss zukommt, dass ebenso die Zeit ihres Zustandekommens im allgemeinen fast dieselbe ist, wie auch eine positive Niveauänderung als Ursache ihres Verschwindens unter den Meeresfluten angenommen werden kann. Nur jene anfangs beschriebenen liessen sich bezüglich ihrer sublakustren Lage nicht auf ähnliche Erscheinungen zurückführen, weil ja bei einem so vielen geologischen Veränderungen ausgesetzten Landstriche, wie sie gerade die Seenzone im Norden der Alpen aufweist, derartige Formen rasch wieder der Zerstörung anheimgefallen wären. Hier erzeugte sich die Rinne durch das unter dem Seewasser strömende kältere, reich mit Schwemmstoffen und Geröll ausgerüstete Flusswasser, hier auch konnte bezüglich des Alters kein direkter Schluss gezogen werden, weil sich die Thäler noch heute weiter forterhalten und fortbilden."

## 9. Quellen und Höhlen.

**Der intermittierende Karlsbrunnen in Eichenberg**[1]**,** Kreis Witzenhausen, an der Nordhausen-Kasseler Eisenbahn. Dr. Loewer hat über diese Quelle genauere Mitteilungen veröffentlicht. An diese Quelle knüpfen sich mancherlei Übertreibungen, und eine solche ist es auch, welche z. B. in dem topographisch-statistischen Handbuche (Berlin 1878) darüber folgendes aussagt: „Im Orte Eichenberg befindet sich eine merkwürdige Quelle, der sog. Karlsbrunnen (angeblich nach Landgraf Karl benannt, der die Quelle 1721 besuchte und sie übermauern liess; dieselbe fliesst $1^3/_4$ Stunden lang ganz schwach, dann kommt nach einem dumpfen unterirdischen Getöse eine etwa 2 Stunden anhaltende starke Ausströmung des Wassers, dass letzteres zum Treiben einer Mühle ausreichen würde." Das ist nach Dr. Loewer unrichtig; denn die Quelle, welche übrigens keine Kohlensäure, sondern nur eine gesundes Trinkwasser liefernde ist, setzt allein bei trockener Jahreszeit aus und fliesst dann periodisch. Immerhin eine Seltenheit, die ihre Erklärung fordert. Der Genannte fand, dass die Quelle der Trias, und zwar dem Muschelkalke angehört, indem sie ziemlich kalkreich ist. Infolge dessen nimmt er ein unterirdisches Sammelbecken an, wie es in Kalkgebirgen nicht selten; und ist das wirklich der Fall, so lässt sich leicht denken, dass sich das Wasser in trockenen Zeiten in dieser Mulde sammelt, bis letztere zum Überlaufen gefüllt ist und nun periodisch fliessendes Wasser ergiesst. Übrigens scheint besagte Quelle schon seit Jahrhunderten in der dortigen Gegend des Weserlandes in ihrer fraglichen Eigenschaft bekannt und in früherer Zeit als eine Art Wunder angestaunt worden zu sein.

**Gasbrunnen zu Wels in Oberösterreich.** Gelegentlich einer Tiefbohrung, um artesisches Wasser zu gewinnen, wurde dort im Schlier, 250 *m* tief, Wasser angetroffen, welches stossweise aufgeworfen

[1]) Berichte des Vereines für Erdkunde zu Kassel **38.** 1892.

wurde; gleichzeitig entwichen erhebliche Mengen von kohlenwasserstoffreichen Gasen [1]). Im ganzen sind gegenwärtig bereits 14 Bohrlöcher hergestellt worden, die von G. A. Koch genauer beschrieben werden [2]). Das durch den ansehnlichen Gasdruck in eruptionsartigen Stössen ausgeschleuderte Wasser des Ammer'schen Gasbrunnens wurde von Koch schon mit Rücksicht auf seine schwankende Temperatur als ein Grundwasser der den Schlier überlagernden Schotterdecke angesprochen, welches hauptsächlich längs des zu oberst verrohrten Bohrloches und der während der Stossbohrung rissig gewordenen Schlierplatten, in die Tiefe sickert. Auf diesem Wege beladet sich das Grundwasser bereits mit lösbaren Substanzen.

Die Gasentwickelung war das ganze Jahr 1892 hindurch und auch bis zur Stunde eine überaus reiche, jedoch bei niederem Barometerstande stets stärker, als bei höherem. Tausende von Kubikmetern des Gases entwichen unbenutzt in die Luft, weil Ammer niemals so viel Gas für Brennen, Heizen und Beleuchten verbrauchen konnte, als ihm zuströmte. Seit Jahr und Tag verwendet er in seinen beiden Häusern kein Stückchen Holz und Kohle oder anderes Beleuchtungs- und Brennmaterial, als das „Naturgas". Ein stattlicher Gasometer, der auf den Resten einer römischen Stadtmauer neben dem Bohrloche fundiert ist, nimmt das Gas auf. Der Fassungsraum desselben berechnet sich auf 51 *cbm.* Wiederholte Versuche Ammer's haben ergeben, dass sich der leere Gasometer genau in 8 Stunden füllt.

Man darf also die mittlere, aus dem Bohrloche entweichende Gasmenge auf rund 150 *cbm* oder 1500 *hl* binnen 24 Stunden schätzen. Will man annehmen, dass infolge schlechter Abdichtung der Verrohrung im oberen Teile des Bohrloches oder durch andere Zufälle etwa $^1/_3$ der sonst sich entwickelnden Gasmenge verstreicht oder überhaupt nicht zum Abströmen in den Gasometer gelangen kann, so dürften bei Ammer durchschnittlich pro Tag rund 2000 *hl* Gas dem zweizölligen Bohrloche entweichen.

Über die Bohrergebnisse im allgemeinen spricht sich Dr. Koch in folgender Weise aus:

„Die erbohrten Gasmengen sind bis heute reichlich und nicht im Abnehmen. Bei der grossen Mächtigkeit des Schliers und der bedeutenden horizontalen Verbreitung der gasführenden oder gaserzeugenden Schichten in Oberösterreich und der bis jetzt verschwindend geringen Anzahl von Bohrlöchern (im Vergleiche zu Pittsburg in Amerika, oder China u. s. w.) ist nicht so bald an eine hierdurch künstlich eingeleitete Entgasung zu denken. Würde dieser Fall eintreten, so müsste man tiefer bohren und andere gasführende Schichten aufsuchen, wie das in Amerika wiederholt mit Erfolg praktiziert wurde.

---

[1]) Verhandlungen der k. k. geolog. Reichsanstalt 1892. Nr. 7 und 10.
[2]) Ebenda 1893. Nr. 5.

Als entferntester Punkt, an dem brennbares Naturgas im oberösterreichischen Schlier bekannt ist, mag, von Wels aus gerechnet, bis heute auf einer 36 *km* langen Erstreckung im äussersten Südosten das schon nahe an der Flyschgrenze situierte Bad Hall gelten. Als nordwestlichster Endpunkt muss bis jetzt, solange keine neueren Bohrresultate vorliegen, Grieskirchen angesprochen werden. Fast in der Mitte zwischen Grieskirchen und Hall liegt als gasreichstes Gebiet Wels. Es ist aber durchaus nicht ausgeschlossen, dass man anderwärts in Oberösterreich und in angrenzenden Teilen von Niederösterreich oder Bayern noch gasreichere Horizonte des Schliers erschliesst. Als erste Station der Bahnstrecke zwischen Wels und Grieskirchen, und als Abzweigung der Wels-Eferding-Aschacher Bahn gilt Haiding. Hier hat man nach Durchstossung eines diluvialen Ziegellehms im Schlier bereits Gas erbohrt. Mit diesem Gasbrunnen wäre also die Verbindung zwischen Grieskirchen und Wels vermittelt.

In Simbach und Lahöfen (S und SW von Eferding) hat man „artesische Schwefelwässer“ erbohrt, bei denen sich Exhalationen von Schwefelwasserstoffgas wenigstens aus dem einen Bohrloche schon auf weithin bemerkbar machen.

Im engeren Stadtgebiete von Wels lassen sich dagegen nach der Menge der Gasführung 3 Zonen unterscheiden, soweit sie durch die jetzigen Tiefbohrungen aufgeschlossen sind:

1. Eine südliche gasarme Traunzone, 2. die Vorstadtzone, 3. die Heidezone. Das Gas selbst wurde in verschiedenen Tiefen erbohrt. Es zeigten sich schon reichliche Gasspuren in 35 bis 80 und 120 *m*, grössere Gasmengen in Tiefen bis gegen 250 *m*. Man kann also das Vorhandensein von gasführenden, bezw. gaserzeugenden Horizonten des Schliers in verschiedenen Tiefen ebenso nachweisen, als man auch den gashaltenden Schichten im Schlier von Oberösterreich eine grosse Verbreitung in extensivem Sinne zuschreiben muss.

**Die Höhlen der schwäbischen Alb.** Einen Überblick über die neuesten Forschungen bezüglich des Gutenberger Höhlensystems und der Irpfelhöhle im Brenzthale giebt Prof. F. Regel[1]). Das erstgenannte Höhlensystem ist besonders von Dr. Endriss studiert worden, dessen Ausführungen[2]) hier grundlegend sind.

„Von den grösseren Hohlräumen unserer Erdrinde ist die eine Gruppe gleichzeitig mit dem umgebenden Gesteine entstanden, was besonders im Gebiete von Kalktuffformationen der Fall ist, die andere ist erst nach der Entstehung der umgebenden Gebirgsmasse besonders durch die Thätigkeit des Wassers namentlich in solchen Gesteinen gebildet, welche durch ihre chemische Beschaffenheit im Wasser leichter löslich sind. Zur ersten Gruppe gehören die Tuff-

[1]) Potonié's Wochenschrift 1893. 8. Nr. 40.
[2]) Schriften des schwäbischen Höhlenvereins. Nr. 1. Stuttgart 1893.

höhlen in den Kalktuffmassen der Albthäler, zur zweiten die Höhlen im eigentlichen Gebirgskörper der Alb die „Grundgebirgshöhlen“.

Unter letzteren können wir wiederum solche unterscheiden, bei welchen die Höhlenbildung, die Erzeugung von hohlen Räumen im Gebirge sich noch in der Gegenwart vollzieht, und die Höhlen, in welchen sich zur Zeit keine höhlenbildenden, die vorhandenen Hohlräume wesentlich vergrössernde Vorgänge nachweisen lassen. Erstere werden von Quellbachgewässern dauernd oder nur zeitweise durchströmt, ihre häufigsten Vertreter sind die Quellgrotten; die grossen Quellgrotten leiten dann zu den Quellbachhöhlen über.

Die Gutenberger Höhle gehört nun zu denjenigen Höhlen, in welchen sich zur Zeit keine höhlenbildenden Vorgänge nachweisen lassen; sie ist der Typus einer abgestorbenen und zugleich einer sehr alten Höhle.

Der Eingang zur Gutenberger Höhle befindet sich bei etwa 700 *m* Meereshöhe am Nordhange des bei Gutenberg in das Lenniger Thal einmündenden kurzen Tiefenthales, in der Luftlinie etwa 1 *km* nördlich von Gutenberg (540 *m*). Ein grosses Felsenportal im löcherigen, wenig geschichteten Kalksteine des Weissen Jura führt zu einer schon längst bekannten Grotte, dem Heppenloche. Nördlich von dieser Grotte reiht sich nun an dieselbe ein System von Hohlräumen an, welches im Winter 1889/90 von Karl Gussmann erschlossen wurde. Die bis jetzt neu aufgefundenen Höhlen zusammen mit dem Heppenloche bilden die Gutenberger Höhle: sie zerfällt in einen östlichen und in einen westlichen Höhlenzug, beide verlaufen etwa in NNO ungefähr gleichgerichtet. Das Heppenloch bildet den ersten Raum des westlichen Höhlenzuges. An dasselbe reiht sich eine grosse Halle. Vom nordwestlichen Teile dieser Halle aus zieht sich der westliche Höhlenzug noch 70 *m* weit ins Gebirge hinein. Am Ende des westlichen Höhlenzuges schliesst sich nach O eine weitere grosse Halle, die sogenannte Teilungshalle, an; dieselbe verbindet den genannten Höhlenzug mit seinem östlichen, nur etwa 6 bis 8 *m* von ihm entfernten Nachbar; letzterer erstreckt sich sowohl nach N wie nach S von der Teilungshalle aus; er wurde nach S hin bis jetzt 25 *m* weit, nach N hin 20 *m* weit erschlossen; beide Enden liegen jedoch in Ausfüllungsmassen; der Zug setzt sich nach beiden Richtungen weiter fort.

Im Baue der Höhle ist das Grundgebirge und das Ausfüllungsmaterial zu scheiden, denn es sind Gesteinsmassen in die vom Grundgebirge umschlossenen Hohlräume eingelagert.

Der Schichtenbau des Grundgebirges. Die bis jetzt erschlossenen freien Hohlräume der Gutenberger Höhle liegen grösstenteils im oberen Weissen Jura, gebildet durch eine ca. 18 *m* mächtige Masse eines grauen bis gelblichgrauen, mehr oder weniger ungeschichteten Kalksteines von grosser chemisch-physikalischer Ungleichheit seiner Teile. Am Aufbaue des Grundgebirges beteiligt sich sodann noch der untere Weisse Jura mit festgefügten Bänken eines dichten,







erweitert wurde, in dreifacher Weise aus: in horizontaler Richtung als fliessendes, in vertikaler Richtung als stürzendes und als stehendes Wasser. Im allgemeinen kann der Grundsatz gelten: dem fliessenden Wasser haben die Gänge, dem stürzenden Wasser die kleinen, kapellenartigen und die grossen, domartigen Hallen ihre Entstehung zu danken. Das stehende Wasser wirkt zunächst korrodierend, trägt aber auch durch seinen hydrostatischen Druck wesentlich zur Erweiterung der Hohlräume bei; seine Wirkung ist demnach auch eine dynamische.

Bei der Bildung der hallenartigen Räume sind die sogenannten Wasserschachte oder Schlote von grösster Bedeutung: vertikale oder schiefe Felsenröhren, zumeist mit trichterförmigen Öffnungen an der Erdoberfläche. Sie verdanken im Anfangsstadium ihre Entstehung zunächst der chemischen Wirkung des meteorischen Wassers, mit der später die mechanische Hand in Hand ging.

Fliessendes, stürzendes und stehendes Wasser übt in seiner korrodierenden und erodierenden Thätigkeit auf die Bildung der Decken und der Sohle, wie sich leicht begreifen lässt, eine verschiedene Wirkung auf die Gestalt und Form derselben aus, so dass man zumeist in der Lage ist, aus der eigentümlichen Form der Decke auf die Entstehungsart irgend einer Räumlichkeit einer Höhle einen Schluss zu ziehen. Die Sohle entzieht sich sehr häufig einer direkten Beobachtung, da dieselbe mit Diluvium und Alluvium bedeckt erscheint. So beobachtet man, dass die Decke eines Hohlraumes, der durch fliessendes Wasser entstanden ist, mehr oder minder eine flache Wölbung zeigt; meist bildet die Decke eine horizontale Fläche, welche gegen die Seitenwände sich abrundet. Beispiele flacher Wölbung liefern der Eingang und die Vorhalle der Slouper Höhle und der „Schopfen" (Kůlna), auch der obere und untere Punkwaausfluss (Východ). Stürzendes Wasser erzeugt Decken von Spitzbogenform, so dass einzelne Kammern an gotische Kapellen und gotische Kirchen erinnern, wie in der neuen Grotte von Schoschuwka und in der Slouper Höhle. Die Art der Schichtung spielt bei diesem Prozesse selbstredend ebenfalls eine wichtige Rolle.

Die neu entdeckte Grotte von Schoschuwka ist ohne Zweifel auf diese dreifache Art entstanden. Wahrscheinlich bildeten sich zunächst durch Korrosion die einzelnen Kammern, die durch Spalten miteinander kommunizierten. In diesen Räumen sammelten sich dann grosse Wassermassen, welche durch ihren ungeheuren hydrostatischen Druck, den sie auf die Wände ausübten, erst nach längerer Zeit sich einen Ausfluss öffneten, der sich durch die erodierende Thätigkeit des bewegten Wassers allmählich zu jenem Schlupfloche erweiterte, durch das Sedlák die Grotte entdeckte. Durch das fliessende Wasser verbreiterten sich die ursprünglichen Felsspalten zu förmlichen Gängen: die Erosionsthätigkeit kam nun zur vollen Geltung. Das in vertikaler Richtung in die Hallen ge-

langende Wasser wirkt noch heute fort, trotzdem die in die Hohlräume führenden Wasserschachte, soweit sich bisher konstatieren lässt, mit Kalkblöcken verlegt und zum Teile versintert sind, wie aus dem reichlichen Tropfen des Wassers zu ersehen ist, das nach einem grösseren Regengusse in einen förmlichen Regen übergeht.

Nach dem sichtbaren Ein- und Ausflusse kann man die mährischen Höhlen in 3 Gruppen sondern: Einflusshöhlen mit sichtbarem Einflusse und unterirdischem Abflusse, Ausflusshöhlen mit sichtbarem Ausflusse und unterirdischem Zuflusse und Durchflusshöhlen mit sichtbarem Zu- und Abflusse. Einflusshöhlen sind: die alte Slouper Höhle, die „Schinderhöhle“ bei Holstein und die Hugohöhlen bei Jedownitz; Ausflusshöhlen sind: die Stierhöhle im Josefsthale, die Ochoser Höhle und die Grotte von Schoschuwka; Durchflusshöhlen sind der schon genannte „Schopfen“ und der steinerne Saal (?) oberhalb der Stierhöhle.

Die Grotte von Schoschuwka hat als Ausflusshöhle einen unterirdischen Zufluss; denn sie steht durch eine verlegte Strecke mit der alten Slouper Höhle in Verbindung. Unter den vielen Gängen der letzteren ist die ungefähr 260 *m* lange Orchester- oder Balkenstrecke die längste. Sie hat eine nordsüdliche Richtung, und ihr Ende ist mit Blöcken und Gerölle vollständig verlegt, daher liess der um die mährischen Höhlen hochverdiente Dr. M. Kříž im Jahre 1881 einen 7.5 *m* langen Quergang durchschlagen, der diese Strecke mit dem Tage verbindet (54 *m* südlich vom Ausgange des Schopfens). Die Balkenstrecke zeigt deutlich ein Gefälle nach S, und man musste sich daher mit Recht wundern, wohin das Wasser abgeflossen, da an dem vermeintlichen Ende des Ganges kein Abgrund sich befindet, in den dasselbe gestürzt sein konnte. Seit der Entdeckung der neuen Grotte ist das Rätsel in einfacher Weise gelöst. In der Richtung der Balkenstrecke liegt der Hauptgang der neu entdeckten Grotte, von dem vermeintlichen Ende der ersteren beiläufig 15 *m* entfernt. Aus der Balkenstrecke floss demnach das Wasser in die Grotte, und zwar, da nach den Messungen Kříž's das Ende der genannten Strecke 469 *m*, das Ende des Hauptganges der Grotte aber 465 *m* hoch ist, mit einem Gefälle von 4 *m*.

Die Grotte besteht aus 3 Hauptstrecken, von denen zwei, geradeso wie fast alle Erosionsspalten der Slouper Höhle, eine Hauptrichtung von N nach S zeigen, somit die Richtung haben, in welcher der devonische Kalk streicht. Verf. unterscheidet die Hauptstrecke (A), in welcher der Eingang in die Grotte liegt, die Parallelstrecke (B), welche rechts von der ersteren abzweigt und mit dieser die gleiche Richtung hat, die Oststrecke (C), welche, von letzterer ebenfalls rechts abzweigend, eine östliche Richtung einschlägt, und die Verbindungsstrecke (D).

Die Gänge sind sehr schmal, besonders der Hauptgang (durchschnittlich 2 *m*), und so niedrig (1.5—4 *m*), dass man sehr häufig nur mit geneigtem Haupte dieselben passieren kann, so dass sich

der Besitzer genötigt sah, die Wege tiefer zu legen. Sie erweitern sich an einzelnen Stellen, besonders an ihrem Ende zu länglichen Hallen oder zu runden Kammern, die ebenfalls im Vergleiche mit den anderen bekannten grösseren Höhlen Mährens bescheidene Dimensionen besitzen; denn sie sind nur 3—7 *m* breit und 3 bis 10 *m* hoch.

**Die Höhle von Soucy** ist von den französischen Geologen Paul Gautier und Charles Bruyant einer eingehenden Schilderung unterworfen worden. Man versteht in Frankreich darunter eine Art von Naturbrunnen, welcher allen Geologen und Lustreisenden daselbst wohl bekannt ist und darum auch in allen Fremdenführern und Karten aufgeführt wird. Sie befindet sich nicht weit von dem See Pavin, und zwar in einer der Rinnen des Vulkans von Montchame im Mont Dore, wo sie seit undenklichen Zeiten unter dem Namen der Überschrift bekannt ist. Man interessierte sich für sie wissenschaftlich bereits seit Beginn des 18. Jahrhunderts, und 1770 unternahm es ein Wegebaumeister Chevalier, ihn näher zu sondieren. Derselbe fand die Tiefe zu 10 Toisen (à 6′), deren erste den Grund mit einer Wasserfallfläche bedeckt. Ihr Niveau betrug im Unterschiede von dem des Sees Pavin 186′ 5″. Seit jener Zeit untersuchten zwar viele Geologen das Massiv des Mont Dore, allein sie bemerkten nur gasige Aufwallungen, und manche von ihnen betrachteten diesen unterirdischen See als den Ursprung der Quellen, welche den Pavin speisen. Andere Untersuchungen scheiterten an dem Dasein von Kohlensäure in der Grotte. Infolge dieser unvollendet gebliebenen Forschungen beschlossen die oben genannten Herren eine neue, worin sie auch von den Behörden unterstützt wurden. Am 15. November 1892 begaben sie sich an das Werk, ausgerüstet mit den dazu nötigen Hilfsmitteln. Die Höhle selbst bildet ein Ellipsoid. Das untere Becken wird durch einen eiförmig gestalteten See eingenommen, während die Tiefe schwankte und in der südlichen Partie $9^1/_2$ *m* durch die Sonden zeigte. Das Wasser, durchaus ruhig, hatte eine zwar klare, aber tiefgrüne Färbung, als ob es durch irgend eine Substanz gefärbt sei, und besass zur Zeit der Untersuchung eine Temperatur von 2.1°. Am nördlichen Rande, welches durch einen 3—4 *m* breiten Kanal getrennt war, erhob sich eine Insel genau unter der Öffnung, und selbige gestattete es, darauf Fuss zu fassen, während sie, eine einfache Anhäufung von Gebirgsschutt, bei Hochwasser verschwinden soll. Die ganze Grotte wird von Laven gebildet, die sich in eckigen, hervorragenden Blöcken und Stalaktiten darstellt. An ihrer unteren Fläche tropfen wie ein ununterbrochener Regen Wassertropfen herab. Die gänzliche Tiefe der Höhle betrug $42^1/_2$ *m* und bot für tierisches Leben höchst ungünstige Bedingungen. Man fand auch keinerlei terrestrisches Wesen, und selbst augenlose Tiere schienen, wenigstens zu dieser Jahreszeit, gänzlich zu fehlen. Selbst die Wasserfauna ergab nur eine Rotifere (Notholca longispina Kell.), während die sonst in den benachbarten

Seen so zahlreichen Ringelkrebse (Entomostraca) keinerlei Vertreter besassen. Nur die Flora erwies sich etwas reicher, besonders an Diatomeen. Unter ihnen erregt Asterionella formosa Hass. eine besondere Aufmerksamkeit. Denn sie war bisher nur aus den Seen der Alpen, aber nicht aus denen der Pyrenäen bekannt. F. Géribaud, welcher sie bestimmte, hatte nur ein einziges Exemplar im See Servières entdeckt; sie kommt aber im See Pavin bei 90 *m* Tiefe vor und tritt nun, obgleich in der Auvergne so überaus selten, in der Höhle von Soucy sehr häufig auf. Woher sich die Anwesenheit dieser Organismen schreibt, steht dahin; welches ist überhaupt der Ursprung der fraglichen Grotte? Nach längerem Eingehen auf die geognostischen Verhältnisse kommen die Beobachter zu der Antwort, dass sie durch langsame Erosion der Gewässer, welche alle dortigen Lavarinnen in der Tiefe einnehmen, gebildet sei, und zwar durch Auswaschung von Spalten, wie sie daselbst so häufig in den Laven gefunden werden. Wahrscheinlich haben wir hier einen Vorgang vor uns, dem auch die Geysirröhren ihren Ursprung verdanken[1]).

**Eine neue grosse Tropfsteinhöhle,** die man Charlottenhöhle genannt hat, ist in Frühjahre 1893 bei Hürben im Grenzgebiete der schwäbischen Alb entdeckt worden. Mitte Juni wurde diese Höhle von Dr. E. Fraas und mehreren anderen Herren in eingehender Weise untersucht, wobei sich, wie der „Schwäb. Merk.“ berichtet, ergab, dass diese Höhle an Ausdehnung und Schönheit der Tropfsteingebilde alle bis jetzt bekannten Höhlen Württembergs übertrifft. Beträgt doch allein die bis jetzt abgemessene Länge über 550 *m*. Nachdem eine Reihe von Hindernissen weggeräumt wurde, ist der grösste Teil der Höhle bis auf 400 *m* zugänglich und kann ohne Sorge betreten werden. Der Eingang der Höhle liegt an dem waldigen Gehänge unterhalb der Kaltenburg, inmitten der schönen Landschaft des Hürbe- und Lonethales. Durch diesen Eingang, der zwar dem natürlichen Eingange entspricht, aber erst künstlich durch Ausräumen der Schuttmassen geschaffen wurde, tritt man in die Höhle ein, welche sich rasch zu einer Halle erweitert. Links steht ein mächtiger, über mannesdicker Stalaktit gleichsam als versteinerter Hüter der Unterwelt, und rechts erhebt sich ein viele Meter hoher Haufen von unzähligen Pferde- und Rinderknochen; er führt zu dem Oberschlupf, durch welchen die Entdecker der Höhle mittels Strickleiter und Seil eingedrungen waren. Das Alter dieser Knochen ist nur gering, sie entstammen wahrscheinlich einer Zeit der Seuchen, in welcher die Tierleichen in Menge durch den zu Tage mündenden Spalt hineingeworfen wurden. Auf der Sohle dieser Halle liegt eine Kulturschicht, erfüllt mit prächtig erhaltenen Knochen von Höhlenbären und anderen Tieren der Vorwelt. Auf meist ebenem und fast immer trockenem Wege gelangt man an das hintere

[1]) Natur 1893. p. 310.

Ende der Halle, wo die kulissenartig von der Decke herabhängenden Stalaktiten in Verbindung mit den gleich Riesenspargeln aus dem Boden aufsteigenden Stalagmiten einen prächtigen Anblick gewähren. Eine Wendung nach rechts führt zu einer Halle mit erneuter Pracht der Tropfsteingebilde. Bald sind es förmliche Teppiche mit Spitzen, die von den Wänden herabhängen, bald mächtige Säulen und Portale aus honiggelbem, durchscheinendem Kalkspate, bald zierliche glashelle Röhren, welche die Phantasie zu den kühnsten Vergleichen anregen. Ein scheinbar nicht endenwollendes Labyrinth von schmalen, aber hohen Spalten und Klüften, unterbrochen von weiten Hallen, lässt uns immer weiter vordringen, und immer wieder nehmen uns neue Naturgebilde in Anspruch. Das bis jetzt erreichte Ende der Höhle ist noch nicht der natürliche Abschluss; denn nur eine gewaltige Schuttmasse ist es, welche hier am weiteren Vordringen hindert, und es ist zu erwarten, dass nach deren Abräumung vielleicht noch ein zweiter Ausgang gefunden wird, denn kaum lässt sich anders die erneute Anhäufung von Knochen deuten, die sich hier, so weit vom Eingange entfernt, abermals findet. Freudig erstaunt ist man bei der langen Wanderung sowohl über die Trockenheit des Bodens, als über die gute Luft in der Höhle, die ihren Grund darin hat, dass tief hinten nochmals ein Luftschacht zur Oberfläche führt und so einen natürlichen Durchzug durch die Höhle ermöglicht. Eine neue Naturschönheit ersten Ranges ist auf diese Weise auf der schwäbischen Alb erschlossen [1]).

**Dolinen im Brünner Höhlengebiete** beschreibt Prof. Trampler [2]) Auf einem schmalen Streifen von Devonkalk nordöstlich von Brünn finden sich alle charakteristischen Eigenschaften des Karstes wieder. „Von dem bedeutenden Altersunterschiede der beiden Kalkformationen abgesehen, erscheint hier (bei Brünn) alles verkleinert, was dort (im Karste) im vergrösserten Massstabe der Laie bewundert, und der Gelehrte mit grossem Interesse studiert. Das Wasser kleiner Bäche verschwindet in mit Steingerölle verdeckten Sauglöchern oder stürzt nach der Schneeschmelze und nach grossen Regengüssen in furchtbare Abgründe und kommt nach einem mehr oder minder langen unterirdischen Laufe aus einer niederen Wassergrotte in majestätischer Ruhe (wie im Karste) wieder zum Vorscheine; ausgedehnte, hier und da labyrinthisch verzweigte Hohlräume durchsetzen das Erdinnere; einzelne der Höhlen (die Ochoser, die Slouper Tropfsteinhöhle und die Grotte von Schoschuwka) sind reich an herrlichen Sintergebilden; aber auch wahren Karstlandschaften mit allen ihren Schrecknissen begegnet man, so bei Ostrow. Besonders charakteristisch für die Analogie der beiden Kalkformationen ist die Dolinenbildung; sie ist dem Devonkalke so eigentümlich, dass aus ihrem Auftreten an Orten, wo derselbe nicht zu Tage tritt, auf sein

---

[1]) Natur 1893. p 358.
[2]) Mitteil. der k. k. geogr. Ges. zu Wien 1893. p. 241.

Vorhandensein geschlossen werden kann, so bei Sugdol. Die slovenische Bezeichnung Doline („Niederung“) ist im Brünner Höhlengebiete, obwohl dasselbe durchwegs von Slaven bewohnt ist, unbekannt; ein einziger Erdtrichter, auf dem Plateau von Ostrow gelegen, führt diesen Namen.[1]) Die deutsche Bevölkerung Brünns nennt eine solche trichterförmige Vertiefung seit altersher „Erdfall“, die slavischen Bewohner bezeichnen sie als „Závrtek“ (Einbohrung), eine Benennung, welche der natürlichen Beschaffenheit jedenfalls besser entspricht, als die allgemeine Bezeichnung „Dolina“ = Niederung. Während im Karste dieser interessanten Naturerscheinung seit längerer Zeit eine grosse Aufmerksamkeit zugewendet wird, ist dieselbe im Brünner Höhlengebiete wenig beachtet und, weil sie zumeist abseits der gewöhnlich begangenen Touristenwege zu finden ist, den wenigsten Besuchern bekannt. Dort hat sich ob ihrer Bildung ein wissenschaftlicher Kampf entsponnen, der seit einer Reihe von Jahren fortdauert, ohne endgültig entschieden zu sein; hier hat sich bisher niemand darum gekümmert, nur Dr. M. Kříž, der unermüdliche Forscher, hat dieselben in seinen Arbeiten über die Höhlen im Devonkalke berührt. Bekanntlich stehen in dieser Kontroverse 2 Ansichten einander gegenüber. Nach der älteren, deren eifrigster Vertreter Dr. E. Tietze in Wien ist, sind die Karsttrichter Einstürze unterirdischer Hohlräume, während Dr. E. von Mojsisovics und seine Anhänger sie für oberflächliche Erosionserscheinungen halten.“

Prof. Trampler hat die „Erdfälle“ besonders in den regenreichen Sommern 1890 und 1891 genauer untersucht. Sie treten zumeist gesellig auf; isolierten begegnet man selten. Im ersten Falle lässt sich häufig eine bestimmte Richtung in der Anordnung derselben verfolgen, so besonders auf dem Plateau von Wilimowitz in der Nähe des Konradshofes. Doch liegen sie hier und da auch in einer Gruppe nebeneinander. Sie besitzen durchweg Trichterform mit annähernd kreisförmigen Umrissen. Ihr Durchmesser ist verschieden, der kleinste kaum über 1 *m* lang, während die oben angeführte „Dolina“ einen Durchmesser von 265 *m* hat. Ebenso verschieden ist die Tiefe, doch ist dieselbe für die Charakteristik sehr häufig irrelevant, da sehr viele Trichter verschüttet sind, besonders wenn dieselben mitten in einem Felde liegen. Ihre Begrenzungsflächen sind — den letzten Fall selbstredend ausgeschlossen — fast ausnahmslos mit Gras bewachsen, ihr oberer Rand, hier und da auch ihre Abhänge mit Gesträuch besetzt, welches deren Anwesenheit dem Besucher von weitem verrät. Seltener stehen, so beim Dorfe Sugdol, Bäume in den Trichtern. Die Untersuchungen im ersten Sommer hatten bereits gelehrt, dass die Kalktrichter im Brünner Höhlengebiete (vom Karste wird ganz abgesehen) unmöglich Produkte der

---

[1]) Die Dolina (nw. vom Dorfe Ostrow) ist der grösste der mährischen Erdtrichter. Er hat einen Umfang von 720 *m* (265 *m* lang und 165 *m* breit); seine Sohle bedeckt ein Ackerfeld von 1 *h* 57 *a* und 53 *qm* Fläche.

Erosion oder, um mit Mojsisovics zu reden, „oberflächliche Aushöhlungen“ sind. Man gewinnt vielmehr die Überzeugung, dass dieselben unbedingt mit Hohlräumen im Erdinneren in Verbindung stehen müssen, wie die folgenden Thatsachen beweisen. Bei jedem grösseren Regen bemerkt man, dass die meteorischen Gewässer an einem Punkte der Trichtersohle verschwinden, aber nicht einsickern. Wenige hundert Schritte südlich vom Dorfe Wilimowitz macht man die Wahrnehmung, dass selbst einige Tage nach einem grösseren Regen ein im Grauwackengebiete entspringendes Quellbächlein sich in einen Trichter ergiesst. Wenn man diesen Punkten der Sohle, wo sich das Wasser verliert, eine besondere Aufmerksamkeit zuwendet, so entdeckt man, dass fast jeder Trichter eine Abflussöffnung oder Saugloch besitzt, ähnlich den Sauglöchern, durch welche alle aus der Grauwacke dem Devonkalke zufliessenden Gewässer verschwinden, und welche der dortige Slave Propadání nennt.

Das Saugloch liegt selten in der Mitte, sondern entweder unmittelbar am Fusse des steilsten Abhanges des Trichters oder unweit desselben. Gelockerter Humus, aus dem einzelne grössere oder kleinere Steine hervorragen, zumeist aber Gesträuch oder Brennesselstauden kennzeichnen schon äusserlich die Öffnung, durch welche die meteorischen Gewässer ihren Weg in das Erdinnere finden. Aber auch in jene Erdtrichter, welche von Menschenhand verschüttet worden sind — und deren giebt es im Brünner Höhlengebiete fast ebenso viele als offene —, ergiessen sich die Niederschlagswässer, wie man mehrfach zu beobachten Gelegenheit hat, besonders nach eintretender Schneeschmelze. Welch' grosse Wassermengen sich an diesen Stellen verlieren, kann man am besten an einem Getreidefelde wahrnehmen. Von weitem sieht der Beobachter mitten in einem wogenden Kornfelde kreisrunde Flächen, wo die Halme auf dem Boden liegen. Aus diesem Grunde pflegen die dortigen Landleute auf den verschütteten Trichtern nicht Getreide, sondern eine andere Fruchtgattung anzubauen, vornehmlich Kartoffeln und Kraut. Ist ein ganzer Acker mit der einen oder der anderen Kulturpflanze bestellt, dann kann das Vorhandensein der verschütteten Trichter teils aus der Farbe, teils aus dem Wachstume der betreffenden Feldfrüchte konstatiert werden. Über jedem, selbst dem sorgfältigst verschlossenen Trichter, der sich unseren Augen durch keine Vertiefung des Bodens verrät, zeigt die Vegetation besonders im Spätsommer eine grössere Üppigkeit und hebt sich durch das intensivere Grün von der Nachbarschaft deutlich ab, welche bereits im vorgeschrittenen Stadium des Verwelkens und Verdorrens sich befindet. Die aus den Hohlräumen des Erdinneren strömende Feuchtigkeit ist zweifellos die veranlassende Ursache dieser für jeden Besucher auffallenden Erscheinung. Endlich kann man bei einzelnen Sauglöchern einen mehr oder minder starken Luftzug beobachten, der aus dem Erdinneren kommt.

Diese Thatsachen sprechen dafür, dass die Erdtrichter oder

Erdfälle im Brünner Höhlengebiete keine oberflächlichen Auswaschungen oder „Aushöhlungen", sondern Abzugskanäle der Tagesgewässer sind, welche in unterirdische Hohlräume gelangen.

Dass die Räume, in welche die Gewässer gelangen, nicht abgeschlossen sind, sondern mit den Hohlräumen des Erdinneren in Verbindung stehen müssen, in denen das Wasser der Bäche zirkuliert, welche aus der Grauwacke kommen und an der Grenze derselben im Devonkalke verschwinden, kann schon daraus gefolgert werden, dass die Trichter selbst nach lange anhaltendem und starkem Regen sich nicht mit Wasser füllen. Wohl werden auf dem Plateau von Wilimowitz 2—3 Erdfälle gezeigt, welche nach einem plötzlich eingetretenen Tauwetter mit Wasser gefüllt erscheinen, aber das erklärt sich einfach aus der zu kleinen Öffnung des Saugloches, welches nicht im stande ist, die grossen Wassermassen in die Tiefe gelangen zu lassen; denn einer dieser wenigen Trichter (der oben erwähnte) füllt sich im Sommer selbst dann nicht mit Wasser, wenn nach langem Regen einige Tage hindurch sich ein Bächlein in denselben ergiesst. Was A. Schmidl mit Rücksicht auf die Karsttrichter vermutet, und W. Urban direkt behauptet hat, dass dieselben ebenso viele Merkzeichen des dem Auge der Forscher entzogenen Laufes der unterirdischen Gewässer seien, kann nach dem bisher Gesagten mit noch mehr Recht rücksichtlich der Erdfälle im Brünner Devonkalke angenommen werden."

Prof. Trampler liess 2 Dolinen öffnen, wobei sich in der That ergab, dass die Erdfälle oder Erdtrichter mit sichtbaren Abflussöffnungen im Brünner Höhlengebiete weder eingestürzte Hohlräume, noch weniger oberflächliche Erosionsprodukte sind, sondern die oberen Öffnungen von Schloten oder Wasserschachten, welche zu unterirdischen, nicht eingestürzten Hohlräumen hinabführen, und durch welche noch jetzt die meteorischen Gewässer in die Tiefe gelangen. „Diese Hohlräume bilden einen verschwindend kleinen Teil des Rinnsales, welches sich im Laufe der Jahrtausende die unterirdisch zirkulierenden Gewässer ausgewaschen haben, die in der Grauwacke als kleinere und grössere Bächlein entspringen und unweit der Grenze der genannten Formation im Devonkalke verschwinden. Der Slave der dortigen Gegend nennt eine solche Stelle Propadání („Hineinfallen", „Einsturz" oder „Verlust").

Dass das in der Tiefe aufgefundene Wasser nicht ein stehendes ist, welches sich in dem vollständig abgeschlossenen Hohlraume etwa durch beständiges Durchsickern meteorischen Wassers gesammelt hat, bewies das Vorhandensein von Holzklötzen in den Höhlen. Von oben konnten dieselben unmöglich in die Tiefe gelangen, da nicht nur der geöffnete, sondern sämtliche Erdtrichter der Umgebung geschlossen sind, und da selbst im Falle einer zufälligen und vorübergehenden Eröffnung eines derselben die Konfiguration und die absolute Erhebung des Bodens in den nächsten Waldgebieten, aus denen die Klötze stammen mussten, ein Einschwemmen derselben

von oben her unmöglich erscheinen lassen. Nur unterirdisch fliessendes Wasser vermochte das Holz in das Wasserbecken zu bringen.

**Karsterscheinungen am Dachsteinplateau.** Franz Kraus weist darauf hin [1]), dass die Karsterscheinungen nicht auf jenen Landstrich beschränkt sind, welchen man mit dem Namen Karst bezeichnet, sondern dass sie fast auf allen Kalkplateaugebirgen vorkommen, und zwar mitunter in einer Grossartigkeit, dass sie jenen Erscheinungen kaum nachstehen, welche der Reisende auf der Fahrt von Laibach nach Triest mit Erstaunen erblickt. Auch ist es Thatsache, dass man Karsterscheinungen in den verschiedenartigsten geologischen Altersschichten kennt, vom Devon bis zur Kreide, und es giebt nach übereinstimmender Aussage aller Karstforscher keinen prinzipiellen Unterschied in diesen Erscheinungen, wenngleich sich dem Auge des Laien ein solcher darstellen sollte, wo durch menschlichen Eingriff die Spuren schon teilweise verwischt sind, oder wo der Karstprozess schon so weit fortgeschritten ist, dass er nur mehr für den Fachmann erkennbar ist. Der Karstprozess ist nichts anderes als ein eigentümlicher Thalbildungsprozess, bei dem die oberirdische Erosion durch eine unterirdische kräftig unterstützt wird. Ist der Thalbildungsprozess vollendet, so ist es oft selbst für einen Fachmann schwer, zu erkennen, ob hier die oberirdische Erosion allein mitgewirkt hat, oder ob eine Unterwühlung den Vorgang beschleunigen geholfen hat. Bei näherer Untersuchung wird er bald erkennen, dass hier noch Bruchstellen in Steilwänden und am Fusse derselben Trümmerwerke sichtbar sind, die, durch Sand und Grus nur notdürftig überdeckt, den Schluss erlauben, dass man es mit Einbrucherscheinungen zu thun habe.

Die Karsterscheinungen am Dachsteinplateau dehnen sich nicht nur über das ganze Gebiet des Dachsteinstockes aus, sondern auch über die von ihm getrennten benachbarten Gebirge, welche den gleichen Aufbau besitzen, wie den Geimming, das Ramsaugebirge und das tote Gebirge, und sie lassen sich auch noch viel weiter hin verfolgen, so weit es Plateauberge giebt oder solche, die es einst waren. Seinen Plateaucharakter hat das Dachsteinmassiv in unverkennbarer Weise erhalten. Es giebt ausgedehnte Strecken von anscheinend ebenem Charakter, deren leichte Wellen aus der Entfernung ganz unbedeutend erscheinen. In der Nähe aber bemerkt man zu seinem Verdrusse, dass dazwischen tiefe Einsenkungen verborgen liegen, die zu einem oftmaligen Auf- und Absteigen oder zu grossen Umwegen nötigen, bei denen man leicht die Orientierung verlieren kann. Von welcher Seite man auch das Plateau erreicht, überall trifft man bald auf Karsterscheinungen, ja selbst am Fusse und am Gehänge giebt es deren, wiewohl man zumeist achtlos daran vorübergeht, ohne ihre Zusammengehörigkeit zu dem Karsttypus zu erkennen. Trockene Höhlen und Riesenquellen sind es besonders, die hier in betracht kommen.

---

[1]) Gaea 1893 p. 325.

**Unterirdische Wasser.** C. Ochsenius stellt hierüber mehrere Betrachtungen an [1]. Die Wasser der artesischen Brunnen in der Sahara führen oft kleine Wassertiere (mit Augen versehene Fische, Krabben, Mollusken u. s. w.) mit. Es müssen sonach lange Kanäle in der Tiefe existieren, durch welche die Tiere ihren Weg nehmen, nicht bloss durchlässige Schichten. Verf. glaubt, dass verschiedene Ströme, die einige als vom regenreichen Süden herkommend ansehen, im Grunde der Sahara ins Mittelmeer münden.

**Die Entstehung der Tropfsteinhöhlen bei Rübeland im Harze** schildert Dr. Kloos [2]. Neben den drei grossen Höhlen (Baumanns-, Biels- und Hermannshöhle), welche eine Gesamtlänge von etwa 1500 *m* besitzen, giebt es dort noch mehrere kleinere, meist langgestreckte und meist mit Schutt erfüllte Höhlengänge. Alle zeigen eine so völlige Übereinstimmung ihrer Veranlagung, dass man sie, trotzdem sie getrennt und ohne Zusammenhang erscheinen, als ein einziges Höhlensystem betrachten kann. Sie stellen im wesentlichen unterirdische Flussläufe dar, deren Richtung durch den Verlauf der Spalten und Klüfte in dem Kalksteinmassive vorgeschrieben war. „Zwei von der Gegenwart abweichende Verhältnisse wirkten zusammen, um die vielfach verzweigten, in mehreren Etagen übereinander liegenden überwölbten Kanäle zu schaffen. Einmal war der Harz in früheren geologischen Perioden bedeutend wasserreicher, und zweitens sind in einem höheren, jetzt vom Wasser zerstörten und abgetragenen Teile des Kalksteins die Spalten weiter, das Gebirge ist felsiger und mehr zerstückelt gewesen. Allmählich haben die Gewässer ihre Rinnen ausgehoben und immer tiefer in das feste Gestein eingeschnitten. Zuerst fanden sie weite, offene Spalten vor, in welche sie versanken, um unterirdisch ihre ausspülende und auflösende Thätigkeit fortzusetzen; erst als die Spalten enger wurden, konnte der unterirdische Flusslauf teilweise erhalten bleiben. So besteht jetzt jede Höhle aus einem Systeme von Teilstrecken aller Flussläufe, die in der Einfallrichtung der Spalten schräg übereinander liegen und durch riesige Trümmerhaufen, zum Teile auch durch glatte, schornsteinartige Schloten miteinander in Verbindung stehen. Den unterirdischen Flusslauf erkennt man an dem annähernd horizontalen Verlaufe, an der Gewölbeform seiner Decke und der hohlkehlartigen Auswaschung der seitlichen Wände. Die durch Ein- und Nachsturz entstandenen Teile geben sich durch scharfe Konturen und durch die dachförmige Begrenzung nach oben zu erkennen.“ Das Vorhandensein von Flusskies und stark gerollten fremden Gesteinen lässt jeden Zweifel an der Natur dieser Schwemmhöhlen schwinden. Im Gegensatze zu vielen anderen grossen, in gleicher Weise entstandenen tektonischen Höhlen haben die unterirdischen

---

[1] Zeitschrift f. prakt. Geologie 1893. **1.** p. 36.
[2] Zeitschrift f. prakt. Geologie 1893. **1.** p. 157.

Räume bei Rübeland gegenwärtig keinen bedeutenden unterirdischen Flusslauf aufzuweisen.

**Die Entstehung der Mineralquellen** schildert Dr. A. Goldberg[1]). Diese wie alle übrigen Quellen werden in den allermeisten Fällen durch meteorische Wasser gespeist und treten einfachen und hydromechanischen Gesetzen zufolge oder unter Mitwirkung der im Erdinneren unter starkem Drucke befindlichen Kohlensäure oder anderer Gase zu Tage. Zur Bildung der Säuerlinge bedarf das Wasser in erster Linie der Kohlensäure sowie günstiger Temperatur- und Druckverhältnisse. F. A. A. Struve lieferte zuerst den experimentellen Beweis für die Bildung der Säuerlinge durch Auslaugung und zeigte ferner, dass die Salze der Mineralwässer in der Gebirgsart, der sie entstammen, entweder bereits vorhanden sind oder wenigstens ihre Stammmineralien haben und sich unter geeigneten Verhältnissen dem Wasser mitteilen. Die reichlichen Mengen Kohlensäure, welche die Säuerlinge teils in freiem, teils in chemisch gebundenem Zustande mit sich bringen, entstammen wahrscheinlich Prozessen, die sich im feuerflüssigen Erdinneren abspielen. Die meisten Bitterwässer stehen in genetischer Beziehung zu kieshaltigen Dolomitmergeln, so die Bitterwasser von Saidschütz in Böhmen und Hunyadi-Janos. Die Bildung der Kochsalzquellen und Solen ist wahrscheinlich im allgemeinen auf einen einfachen Lösungsprozess zurückzuführen; man kann sie einteilen in solche, welche ihren Salzgehalt aus der Tiefe des Erdinneren beziehen (heisse und kohlensäurehaltige Kochsalzwässer, manche Gruben- und Schachtwässer), und solche, welche dem Gebiete der Steinsalzlager oder Salzthonschichten entstammen. Die Schwefelwässer entstehen auch auf verschiedene Weise, es findet z. B. eine Reduktion der natürlichen Gips- oder Sulfatwässer zu Schwefelwässern statt, wenn dieselben durch Moräste, bituminöse oder kohlige Schichten hindurchsickern. Gleichzeitig vorhandener freier Schwefelwasserstoff ist dann das Produkt der Zersetzung der Sulfide durch Kohlensäure. In diesem Sinne erklärt Wöhler das Entstehen des Nenndorfer Schwefelwassers, Bischof die Bildung der warmen und aus grösserer Tiefe kommenden Aachener und Burtscheider Schwefelquellen, und die gleiche Erklärung dürfte für die meisten Schwefelquellen des Festlandes gelten. In der Nähe von Vulkanen bilden sich Schwefelquellen auch durch Aufnahme des ausgestossenen Schwefelwasserstoffs. Die kalten, sogenannten erdigen Mineralwässer, welche in bezug auf qualitative Zusammenstellung den gewöhnlichen harten Wässern am nächsten kommen, haben meist auch eine ähnliche Entstehungsweise wie diese, nur begünstigen lokale Verhältnisse die Anreicherung an Bestandteilen. Sie finden sich darum auch unter den verschiedensten Bedingungen in allen möglichen geologischen Formationen. Die warmen erdigen Quellen (Leukerbad, Lippspringe u. s. w.) kommen natürlich aus grösserer Tiefe, und ihre Bildung dürfte derjenigen der heissen alkalisch-sulfatischen Wässer ähnlich sein.

[1]) Zeitschrift f. prakt. Geologie 1893. **1.** p. 92.

## 10. Flüsse.

**Die alten Neckarbetten in der Rheinebene** sind Gegenstand eingehender Studien von A. Mangold gewesen[1]). Schon im vorigen Jahrhunderte ist die Frage eines ehemaligen Laufes des Neckar entlang der Bergstrasse ventiliert worden, doch kam man nicht zu sicheren Ergebnissen. Erst die ausführlichen Untersuchungen des Untergrundes, welche Mangold 1882—1886 zum Zwecke der Ausführung von Meliorations- und Entwässerungsanlagen vornahm, lieferten ein umfangreiches und unzweideutiges Beweismaterial.

Verf. erinnert zunächst daran, dass für jeden natürlichen Wasserlauf u. a. die Häufigkeit und Form der Flusskrümmungen oder Schleifen charakteristisch ist. Die Rheinschleifen sind einander ähnlich, sowohl diejenigen, die noch vom Strome durchflossen werden, als die längst verlandeten alten Rheinketten auf der ganzen Strecke von Germersheim bis gegen die Mainmündung herab. Von den Rheinschleifen wesentlich in Form und Grösse unterschieden, aber wieder unter sich ähnlich ist die Reihe von Flussbettschleifen, welche sich von Trebur bis in die Gegend von Heidelberg und Schwetzingen verfolgen lassen. Sie heben sich im nördlichen Teile, dort nur wenig tiefer als das übrige Gelände gelegen, durch ihre Kulturart als Wiese in der Karte meist scharf ab, im südlichen Teile sind sie in der Regel tief in das Gelände eingeschnitten, und in der Generalstabskarte, wenn auch vielfach mangelhaft, eingezeichnet. In Form und Grösse ähnlich sind die Schleifen bei Berkach, südlich Dornheim, bei Weiler Hof, Crumstadt, Eschollbrücken, südlich Pfungstadt, bei Rodau, östlich Lorsch, diejenigen östlich Trebur, bei Heddesheim und südlich Brühl. Letztere ähneln wieder den Schleifen des gegenwärtigen Neckarlaufes bei Ilvesheim, südlich Wohlgelegen und östlich Mannheim. Endlich ist eine gewisse Ähnlichkeit des Neckarlaufes in der Ebene mit der Gebirgsstrecke zwischen Heidelberg und Eberbach unverkennbar.

Die Ähnlichkeiten und Unterschiede lassen sich auch nach Mass und Zahl feststellen. So ist der Halbmesser des das konkave Ufer einer Schleife berührenden und der Schleife eingeschriebenen grössten Kreises, der sogenannte Krümmungshalbmesser des Rheines in den gegenwärtigen und früheren Schleifen durchschnittlich 1200 *m*, derjenige des Neckar in den gegenwärtigen Schleifen etwa 400, in den früheren 400—550 *m*. Beim Rheine ist das Gebiet, innerhalb dessen seine Schleifen liegen, durchweg beträchtlich tiefer wie das Gelände zu beiden Seiten und tiefer als die gewöhnlichen Hochwasser. Es liegen hier nicht nur die alten Schleifen selbst, sondern auch das von den Schleifen umfasste Gelände noch wesentlich tiefer als die Ebene. Der Rhein hat einen „Graben“ von 7 bis 11 *km* Breite

---

[1]) Abhandlungen der grossherzogl. hess. geolog. Landesanstalt zu Darmstadt 2. Heft 2. p. 63 u. ff.

erodiert. Im Gebiete der Neckarschleifen liegen die Verhältnisse wesentlich anders. Hier ist das Gelände innerhalb der Schleifen ebenso hoch wie ausserhalb, ja an einzelnen Punkten, wie südlich Dornheim, südlich Nauheim und bei Wasser-Biblos werden die Zentren der Schleifen von hohen Dünen gebildet. Bei der Rheinniederung liegen die Sümpfe, tiefen Wiesen- und Waldflächen samt den Betten selbst innerhalb der den Graben bildenden Schleifenzüge. Beim Neckar liegen dagegen ausgedehnte Sümpfe und Wiesenflächen seitlich und ausserhalb des Gebietes der Schleifenzüge, wie z. B. zwischen Hemsbach und Lorsch, zwischen Eschollbrücken und Griesheim und zwischen Griesheim und Büttelborn.

Die von dem Verfasser in den Jahren 1882—1884 ausgeführten Vorarbeiten für die Entwässerung der Rheinniederung zwischen Trebur und Erfelden und die 1884—1886 zum Zwecke der Aufstellung eines Projektes über die Entwässerung des sogenannten Landgrabengebietes d. i. der versumpften Flächen zwischen Trebur, Gross-Gerau, Griesheim, Eschollbrücken bis zur Modau angestellten Untersuchungen gaben Gelegenheit, sowohl die verlandeten Rheinschleifen zwischen Trebur und Erfelden, als auch die alten Neckarbetten durch eine grosse Anzahl von Bohrungen zu erforschen.

Später wurden auf Veranlassung der geologischen Landesanstalt eigens zum Zwecke der in Rede stehenden Untersuchung Bohrungen veranstaltet. Diese Bohrungen ermöglichten u. a. die Feststellung einer grossen Anzahl vollständiger Querprofile und eines, wenn auch lückenhaften, doch streckenweise ausführlichen Längenprofils. Die Querprofile zeigen zunächst alle charakteristischen Eigenschaften echter Flussquerprofile. Breite, Tiefe und Flächeninhalt schwanken innerhalb nicht allzuweiter Grenzen. Der geringeren Breite entspricht in der Regel die grössere Tiefe. Die grössten Tiefen finden sich in den stärksten Krümmungen. In Krümmungen ist regelmässig das konkave Ufer steil bis senkrecht, das konvexe sanft ansteigend bis flach. Das Bett besitzt einen ausgesprochenen Thalweg, der innerhalb des serpentinierenden Bettes selbst serpentiniert, d. h. sich abwechselnd an die eine oder andere Seite, in stärkeren Krümmungen immer an das konkave Ufer anlehnt. Im Vergleiche zum Rheine zeigt das Querprofil bedeutend geringere Abmessungen. Dagegen ist es um ein vielfaches grösser als das Profil irgend eines Odenwaldbaches. Wie die Querprofile zeigt auch das Längenprofil, dass wir es mit dem echten Bette eines Flusses zu thun haben. Die Sohle hat eine wellenförmige Gestalt und zeigt im Thalwege eine wellige — im verzerrten Profilbilde zackige — Form, wie jeder andere Wasserlauf. Die Differenzen zwischen den Thälern und Höhen des Thalweges betragen 2 *m* und ganz ausnahmsweise auch bis zu 4 und 5 *m*, sind also kleiner als die des Rheins, der beispielsweise auf der hessischen Strecke 3 bis 4, ausnahmsweise auch bis zu 7 *m* aufweist, und bedeutend grösser, als es irgend einem Odenwaldbache hätte zukommen können.

Wo ein Bach oder Fluss aus engem Seitenthale mit starkem Gefälle in ein Hauptthal mit schwächerem Gefälle oder in eine Ebene tritt oder in einen See mündet, findet man in der Regel seinen Schutt in Form eines Kegels, des sogenannten Schuttkegels, abgelagert und seinen Lauf im allgemeinen nach einem bestimmten Strahle dieses Kegels gerichtet vor. Die Bildung des Kegels erfolgt dadurch, dass der Fluss successive in verschiedenen Richtungen, bezw. allen Richtungen des Kegels fliesst. Zum Fliessen mit gleichzeitigem Geschiebetransporte bedarf er einer Rinne, eines Bettes, denn die Geschiebe, welche in geschlossenem Bette herbeigewandert sind, können von einem etwa sich flach ausbreitenden Wasser nicht mehr weitergeschoben werden. Durch lokale Verstopfung einer Rinne wird die Ausbildung einer neuen eingeleitet und die erstere trocken gelegt. Infolge dessen finden wir in der Regel auf den Schuttkegeln die Spuren früherer verschieden gerichteter Wasserläufe.

Der Schuttkegel des Neckars ist deutlich erkennbar. Mit Heidelberg als Spitze zieht sich seine Basis, im Süden am Gebirge zwischen Rohrbach und Leimen beginnend, über Bruchhausen, Oftersheim, Schwetzingen, Brühl und Neckarau bis in die Gegend von Mannheim, von da über Wohlgelegen und Viernheim nach Gross-Sachsen, wo sie wieder ans Gebirge anschliesst. Ausserhalb dieser Linie setzt sich der Schuttkegel, bedeckt von anderen Schichten, in die Tiefe fort und mag sich im Süden vielleicht bis Hockenheim erstrecken.

Die Hauptmasse dieses Schuttkegels wurde nach Mangold wahrscheinlich zu der Zeit abgelagert, als die Rheinebene noch ein See war. Sicher sei, dass der Fluss nach der Absenkung des Seewasserspiegels noch Gelegenheit hatte, allenthalben mindestens auf die obersten Schichten des Schuttkegels um- und weiterbildend einzuwirken. Er floss zu verschiedenen Zeiten nach den verschiedensten Richtungen. Da das Gefälle von der Spitze des Kegels nach den verschiedenen Seiten gleich war, war es reiner Zufall, welche Richtung von dem Flusse zuerst eingeschlagen, welches Bett zuerst in die Schuttmassen eingeschnitten wurde. Von irgend einem besonderen natürlichen Vorkommnisse hing es wieder ab, dass dieses Bett etwa durch Eisversetzung oder durch die eigenen Geschiebemassen an irgend einer Stelle verstopft, unter Ausbildung eines anderen Laufes ausser Thätigkeit gesetzt, trocken und mit Sand, Lehm oder Schlick zugeflösst wurde oder auch wenig bis gar keine Absätze mehr zugeführt erhielt. So entstanden eine Reihe von Betten, welche sich als Rinnen und Mulden bis heute mehr oder weniger deutlich erhalten haben.

Mangold führt die verschiedenen alten Läufe im einzelnen auf und giebt eine kartographische Darstellung derselben. Der längste und merkwürdigste unter ihnen ist der alte Lauf längs der Bergstrasse, welcher 47 *km* nördlich von Mannheim in eine alte Rheinschleife mündete. Dass dieser Lauf nicht westlich umbog, sondern dem Rheine parallel blieb, findet seine Erklärung in dem

Vorhandensein der Dünen. Bezüglich des geologischen Alters der verschiedenen Betten, der durchschnittenen Schichten und der Ausfüllung der Betten bemerkt Mangold folgendes:

„Das älteste Glied in der Reihe der hier in betracht kommenden Schichten sind die mächtigen, die ganze Rheinthalspalte erfüllenden Ablagerungen des Rheins und seiner Nebenflüsse. Letztere wie auch der Neckar lagerten ihr Geschiebe in der Regel den Thalmündungen in Kegelform vor, während gleichzeitig der Rhein an den jeweiligen Kegelrändern sein Geschiebe in horizontalen Schichten wechsellagernd mit den Geschieben der Seitenflüsse absetzte, wie dies für den Neckar bei Schwetzingen, Seckenheim und Feudenheim durch Kiesgruben, bei Käferthal durch Bohrungen nachgewiesen ist.

In diesen ältesten Ablagerungen sind, ohne an bestimmte Horizonte gebunden zu sein, alle Arten von Sedimenten vom feinsten Schlicke bis zum gröbsten Geschiebe vertreten. Ihre Entstehung fällt in die Diluvialzeit, und ist nach R. Lepsius die bei weitem grösste Masse der Sande und Geschiebe der mittleren Diluvialzeit zuzurechnen. Bemerkenswert ist, dass scharf markierte Flussbetten oder Rinnen aus dieser Zeit fehlen. Erklärlich ist dies durch die Annahme, dass die Ablagerung in einem See stattfand.

Nach Ablauf des Sees mussten die Sande, wahrscheinlich begünstigt durch ein trockenes Klima, ein Spiel der Winde werden. Sie wurden auf weite Strecken flach ausgebreitet oder zu hohen, 10 — 15 *m* mächtigen Dünen aufgeweht und sind dem oberen Diluvium zuzuzählen. Welchen Lauf zu dieser Zeit der Neckar inne hatte, ist noch nicht ermittelt oder gefunden.

Der Bergstrassenlauf des Neckars fällt in eine spätere Zeit, was daraus zu schliessen ist, dass trotz relativer Vollständigkeit der Untersuchung die Zufüllung eines Bettes oder einer älteren Schleife durch Flugsand nirgends gefunden ist.

Nach Ablauf der jüngsten Diluvialzeit trat eine energische Thätigkeit der Bäche und Flüsse ins Leben. Sie begannen, die tieferen Lagen der Erdoberfläche mit ihren Betten zu durchfurchen und mit den Alluvionen ihrer Hochwasser zu bedecken. Wo der Flugsand geringere Mächtigkeit hatte oder ganz fehlte, reichten die Betteinschnitte bis in die obersten Schichten der mitteldiluvialen Sand- und Geröllablagerungen.

Dabei blieben die höheren Lagen des jüngsten Diluviums, die Dünen, wasserfrei und massgebend für die Konfiguration der Wasserläufe. Sie bildeten Schranken, welche nur an ihren relativ tiefsten Punkten von Wasserläufen überschritten werden konnten und alsdann wegen ihrer Leichtbeweglichkeit alsbald durchgespült werden mussten.

Beim Neckar war der nördlich gerichtete Hauptdünenzug die Schranke, welche den Bergstrassenlauf einleitete und lenkte, wobei ihre Ränder vom Flusse vielfach an- und ausgeschnitten wurden,

wie z. B. sehr schön an der grossen Pfungstädter Schleife, wo die Dünen steilrandig und halbkreisförmig vom Flusse ausgeschnitten sind, zu sehen ist.

An die mineralischen Alluvionen der Flüsse und Bäche, welche, wenn auch heute durch die vielfachen Regulierungen an Menge verringert, bis in die Gegenwart reichen, schliesst sich die ebenfalls heute noch fortdauernde Bildung der Humusböden. Es heben sich die Einschnitte und Alluvionen der Bäche und Flüsse und die Humusböden von den älteren Schichten allenthalben scharf und deutlich ab und sind im Gegensatze zu diesen der Diluvialzeit zuzurechnen.

Bemerkenswert ist die Thatsache, dass während der alluvialen Zeit stärkere Niveauveränderungen in dem behandelten Gebiete des Neckars nicht vorgekommen sind, dass sich vielmehr überall eine ungestörte normale Lagerung der Schichten vorfindet. Dagegen scheinen geringere Niveauveränderungen, auf grössere Strecken hin verteilt, nicht ausgeschlossen zu sein."

**Der Stromlauf der mittleren Oder** wurde von Richard Leonhard studiert und in einer Dissertation dargestellt. Schlesien, dessen Boden drei verschiedenen orographischen Provinzen angehört: den Sudeten, der oberschlesisch-polnischen Platte und dem norddeutschen Flachlande, wird durch ein Flussnetz zu einer geschlossenen Einheit, die nur nach Norden zu der natürlichen Grenze entbehrt. Die Oder und ihre Nebenflüsse, die in regelmässiger Verteilung, nur wenig abwärts verschleppt, ihr zuströmen, verbinden die orographisch getrennten Teile Ober- und Niederschlesiens zu einem einheitlichen Gebiete, dessen hydrographischer Grenze, der Wasserscheide, auch die politische auf grossen Strecken hin folgt. Das Bild einer Mulde für das Gebiet des Oderstromes würde eine falsche Anschauung erwecken, da es gegen Osten ohne namhafte Anschwellung in das Einzugsgebiet der ihr fast ebenbürtigen Warthe übergeht. Die beiden Seitenflügel des Odersystemes sind an Grösse zwar annähernd gleich, an Gefälle und Wasserführung aber völlig ungleichwertig. Der obere Lauf des Stromes erstreckt sich nach Penck über einer Verwerfung, die jünger ist als die Kreidezeit. Die Erfahrung, dass der tertiäre Untergrund im Oderthale erst in bedeutenderer Tiefe erbohrt wird, als anderwärts, macht es wahrscheinlich, dass wenigstens am Ende der Tertiärzeit sich hier ein Strom von gleicher Lage und Neigung befand, welcher dem diluvialen Oderstrome seinen Weg zum grossen Teile vorzeichnete.

Das von Norden her vorrückende Binneneis unterbrach die Thätigkeit der tertiären Flüsse und begrub Schlesien bis an den Bruchrand des Gebirges unter seiner bis zu 400 *m* mächtigen Masse. Die oberste Grenze der nordischen Blöcke, welche das Eis herbeitrug, liegt in 520 *m* Meereshöhe.

Der zweite Vorstoss der Vereisung erreichte Schlesien nicht mehr. Das Zurückweichen des älteren Inlandeises bezeichnet demnach den Beginn der Ausbildung des Oderstromes in Schlesien.

Hinter dem Rande des sich zurückziehenden Eises aufgestaut, durch dessen Schmelzwässer verstärkt, gewann das Flusssystem der Oder schrittweise sein Gebiet wieder, bis zeitweiliger Stillstand des Eisrandes den Strom zum Abflusse gegen Westen hin zwang.

Die Vorbedingungen zur Bildung des Oderthales waren in Ober- und Niederschlesien verschieden. Der Oberlauf des Hauptstromes musste sich ebenso wie die Gewässer, welche ihm vom Gesenke, den Beskiden und der oberschlesischen Platte zuströmten, unter der dünnen Decke des Diluviums in festes Gestein einschneiden und wiederholt Felsriegel durchbrechen, zum letzten Male bei Gross-Döbern.

Von dieser Stelle ab, von der an die Oder der allgemeinen Abdachung des Landes entsprechend nach Nordwesten fliesst, ist der Mittellauf des Stromes zu rechnen. Er durchschneidet hier nur Diluvium und entblösste nur an einigen Stellen den tertiären Untergrund. Erst die Landrücken traten dem Abflusse der Oder hemmend entgegen. Eine südliche, vollständige Umgehung der Trebnitzer Hügel war durch die Höhenverhältnisse unmöglich. Allein die lockeren Gebilde der vom Volksmunde als Katzenberge bezeichneten Diluvialmassen, welche sich an einen Kern wenig widerstandsfähiger Schichten der tertiären Braunkohlenformation anlehnen, konnten kein dauerndes Hindernis bieten. Das vor dem Hügelzuge zum See angestaute Wasser durchbrach denselben zwischen Leubus und Parchwitz und schnitt sich in nordwärts gerichtetem Laufe tiefer in ihn ein. Der Durchbruch durch diesen südlichen Landrücken, der sich bei Wohlau in 2 Arme spaltet, bis zum zweiten Durchbruche bei Koeben ist 6 Meilen lang. Zwischen Steinau und Koeben schliesst sich der Freistädter Hügelzug an, die Wasserscheide zwischen Oder und Bober. Es ist unmöglich, dass die Oder an seinem Südrande entlang floss und in das Bett des Bober trat, bevor sie ihren gegenwärtigen Lauf einnahm, wie Jäkel vermutete. Es giebt kein Thal, welches diesen Landrücken mit einer Neigung nach Westen hin durchbricht. Die Oder trat vielmehr in die grosse Sammelrinne vor dem Rande des zu weichenden Inlandeises, welche Berendt das Glogau-Baruther Thal genannt hat. Diese breite Niederung wird gegenwärtig von der gefällsarmen Bartsch durchflossen; dann folgt ihr die Oder bis Neusalz und hierauf deren kleine Nebenflüsse Schwarze und Ochel. Eine geringe Änderung des Gefälles in neuester Zeit scheint für diesen Teil der Niederung nicht ausgeschlossen werden zu dürfen. In derselben Richtung und Lage, in welcher der alte Thalzug nach Berendt unterhalb von Naumburg über Sommerfeld nach dem Spreewalde verlief, floss nach Martin Helwig's Karte (1561) und Nikol. Pol's Beschreibung der Sieger, ein Wasser des Freistädter Zuges, bis zu seiner Mündung in den Bober unterhalb von Naumburg, während er jetzt in entgegengesetzter Richtung fliesst und unterhalb Neusalz in die Oder mündet. Der Mangel einer genauen Aufnahme des Gebietes erlaubt nicht einmal, den gegenwärtigen Betrag des Gefälles anzugeben.

Nachdem der Eisrand weiter gegen Norden zurückgewichen war, durchbrach die Oder die Hügel des Grünberger Zuges und verstärkte den Abfluss eines Sammelthales, welches dem älteren parallel in noch bedeutenderer Ausdehnung verlief. Dieser Thalzug, von Berendt der Warschau-Berliner genannt, verband die Thäler der Weichsel, Bzura, der Warthe bis Moschin, der Obra, der Oder, der Niederung des Friedrich-Wilhelm-Kanals und der Spree. Da indes die Warthe bei Moschin 8 *m* tiefer liegt als der Obrabruch, so müsste angenommen werden, dass die Warthe seitdem ihr Bett um 10—15 *m* tiefer eingeschnitten hat.

Als sich beim weiteren Rückzuge des Eises der Abfluss weiter nördlich in die Niederung der Netze und Warthe verlegte, stellten 2 Querthäler die Verbindung der beiden Thalzüge her. Es scheint die Oder zunächst in dem Laufe der unteren Obra durchgebrochen zu sein, durch welchen sie die Warthe bei Schwerin und weiter unterhalb das neue Bett des Thorn-Eberswalder Thales erreichte. Dieses breit ausgewaschene Thal, welches das von Oder und Warthe begrenzte Gebiet, das noch im dreissigjährigen Kriege Insel Sternberg hiess, gänzlich umschloss, führte noch im vorigen Jahrhunderte regelmässig das Hochwasser ab, das zwischen Boyadel und Tschicherzig in den Obrabruch trat. Der Durchbruch des jetzigen Laufes bei Frankfurt mag wenig später erfolgt sein.

Von diesen durch die Durchbrechungen der Landrücken festgelegten Grenzen wich der Strom seither nur wenig ab. Die Verlegungen seines Laufes vollzogen sich innerhalb der von ihm ausgewaschenen Niederungen, deren Breite nirgends 2 Meilen übersteigt. Dieses Thal ist das Werk der seitlichen Erosion des Stromes.

Die Sinkstoffe der mittleren Oder bestehen hauptsächlich aus ziemlich grobem Sande, erst in der Glogauer Niederung erscheint derselbe feinkörniger. Indem die Ablagerungen, welche ein Strom bei niedrigem Stande fallen lässt, Anlass zu einer verschiedenen Geschwindigkeit der Wasserbewegung und zu einem Drängen des Stromstriches nach der Seite der schnellsten Bewegung geben, wird das Ufer an dieser Seite stärker angegriffen, unterwaschen und fortrückend abgespült, während auf dem anderen Ufer Sinkstoffe zur Ablagerung gelangen. Die Kurve des Ufers wird immer konkaver, bezw. konvexer bis zur Form fast völlig geschlossener Ellipsen. „Wasserführung, Geschwindigkeit des Abflusses und Beschaffenheit von Ufer und Sinkstoffen bedingen die Kraft der Erosion, welche sich in der Grössengrenze der Windungen äussert, die für die einzelnen Stromstrecken immer die gleiche bleibt. Die Grösse der Oderschlingen bleibt schon wegen der geringeren Wassermenge bei weitem hinter den Krümmungen der Elbe und des Rheines zurück. Während die des Oberrheines in der Pfalz einen Halbmesser von durch schnittlich 1200 *m* besitzen, erhebt sich derjenige der Windungen der mittleren Oder nicht viel über die Hälfte dieses Betrages. Gewöhnlich entsprechen einander je zwei zusammengehörige Krümmungen,

indem die Biegung der oberen Strecke die der unteren zur Folge hat. Ein vorwiegendes Drängen des Stromes nach einer der beiden Seiten lässt sich auf der mittleren Oder nicht erkennen. Es trägt vielmehr der Fluss, welcher, durch zufällige Hemmnisse im Strombette veranlasst, bald nach der einen, bald nach der anderen Seite ausbiegt, sein Korrektiv in sich, indem er bei allzustarker Krümmung des Laufes in der Richtung der früheren Stromaxe durchbricht. Solche Durchbrüche erfolgen, wenn die Ellipse die Grenze ihrer Ausbildung erreicht hat, bei Hochwasser und meist infolge von Eisversetzung. Vielfach durchbricht auch der Strom 2 Krümmungen, die ihre Scheitel einander genähert haben, in ihrer Mitte. Auf diese Weise verkürzt er sein Bett, dessen Krümmung wieder aufs neue beginnt.

Aber nicht nur derartige Verkürzungen des Bettes, sondern auch Verlegungen des Laufes, welche eine weite Biegung veranlassten, fanden häufig statt, mitunter in grossem Umfange. Daher finden sich alte Niederungen, welche zum Teile niedriger liegen als das spätere Flussbett, und welche als die kürzeren Thäler noch lange Zeit, nachdem der Strom sie verlassen, sein Hochwasser abführten; die grössten derselben sind das Thal der Flossbäche zwischen Stoberau und Jeltsch, das Ohlethal bis Breslau und die Niederung zwischen Leschkowitz und Glogau. In dieser Weise verlegte und verschob der Strom dauernd sein Bett, so dass fast jede Stelle der Niederungen, die er auswusch und dann wieder mit den Absätzen seiner Hochfluten bedeckte, einmal Teil des Flussbettes war. Indes ragen noch zahlreiche Inseln des Diluviums aus den jüngeren Anschwemmungen hervor. Die Ausdehnung der letzteren lässt sich noch nicht genau angeben, da die Eintragungen der Karte des niederschlesischen Gebirges für den mittelschlesischen Teil ungenügend sind, und solche für Niederschlesien gänzlich fehlen. Auch treten die Grenzen der Flussniederungen selten scharf aus dem Gelände hervor. Beträchtlichere natürliche Anhöhen bestehen nur auf dem linken Ufer der Brieger Niederung, längs des Trebnitzer Landrückens, sowie innerhalb desselben, beim Durchbruche durch den Grünberger Höhenzug und am Nordrande des mittleren Thalzuges.

Bis zu diesen Grenzen dehnten sich wohl auch die Überschwemmungen der alten Zeit aus, die bei dem im Vergleiche mit dem heutigen geringen Gefälle und der geringeren Stromtiefe eine grössere Breite und Dauer erreichten als gegenwärtig. Laubwälder, meist von Eichen gebildet, bedeckten die Niederungen; nur wenige dürftige Reste der alten Uferwälder, darunter der Maltscher Oderwald, geben einen Begriff von der ursprünglichen Beschaffenheit.

Indem der Strom sich durch diese Waldungen seinen Weg bahnte, entwurzelte und begrub er in seinem Bette zahllose Stämme. Von diesen liegt, nachdem bereits durch 6 Jahrhunderte an ihrer Hebung gearbeitet worden ist, noch eine grosse Zahl in der Tiefe des jetzigen Strombettes und gefährdet die Schiffahrt.

Der Verfasser bespricht nun die künstlichen Veränderungen des Stromlaufes, der sich noch im späteren Mittelalter in völlig ungeregeltem Zustande befand. Die Schutzmassnahmen konnten nach Lage der Dinge früher nur lokale und ungenügende sein. Es entstanden, meist nur alten Uferhöhen folgend, die ersten, schwach angelegten Verwallungen, deren Anfänge von amtlicher Seite ins 13. Jahrhundert angesetzt werden, oft mehr dem abwärts angesiedelten Nachbar zur Gefahr, als zum eigenen Nutzen. Eine Verpflichtung zum Deichbaue bestand nicht, wohl aber ergingen mitunter seitens der Fürstentumsregierungen Ermahnungen zur Anlegung und Besserung der Dämme.

Erst mit der Besitzergreifung Schlesiens durch Preussen begann eine planmässige Regulierung der Oder, bei der auch die Bedürfnisse der Schiffahrt Berücksichtigung fanden. Die Kriegsjahre der Napoleonischen Zeit unterbrachen die Thätigkeit der Behörden, und der Strom verwilderte derart, dass die Regulierung ganz von neuem beginnen musste. Dieselbe war in der Folgezeit ausschliesslich darauf gerichtet, den Fluss in seiner gegenwärtigen Lage festzuhalten. Über diese Regulierungsarbeiten, von dem Plane vom 7. Juli 1819 bis zu ihrem vorläufigen Abschlusse 1884 berichten die amtlichen Druckschriften: Anfangs beschränkten sich die Massnahmen auf die Befestigung der Ufer und Beseitigung der Sandbänke, später ging man zur Einschränkung des Strombettes auf eine abwärts wachsende Normalbreite durch Buhnenbauten über. 1844—48 wurde versuchsweise eine grössere Strecke (Läskau-Leschkowitz) mit Buhnen reguliert und seither auch der ganze Mittellauf des Stromes in dieser Weise ausgebaut, von der Neissemündung bis Breslau 1852—67, von Breslau bis Glogau 1852—56 und besonders 1868—81, von Glogau abwärts seit 1868 und besonders energisch seit 1874. Da die anfangs angenommenen Strombreiten sich als noch zu gross erwiesen, wurden die Buhnen durch Stromschwellen verlängert. Diese Regulierung hat im allgemeinen eine Vertiefung der Stromrinne herbeigeführt, indem die Sinkstoffe sich teils zwischen den Buhnen absetzten, zum Teile abgeführt werden. Die Bedeutung der Regulierung für die Veränderung des Strombettes lässt sich jedoch schwer ermessen. Das Profil bleibt bei der starken Sinkstoffführung des Flusses in steter Veränderung. Jedenfalls ist das Ergebnis nicht für alle Strecken das gleiche. Vergleichungen älterer und neuerer Aufnahmen des Strombettes unmittelbar oberhalb und unterhalb von Breslau ergeben für die obere Strecke seit den letzten 4 Jahrzehnten eine Vertiefung, für die untere eine Erhöhung der Flusssohle.

Die Strecke oberhalb der Neissemündung bis Cosel, auf welcher die gewünschte Fahrtiefe nicht zu erreichen war, wird gegenwärtig durch Einlegung von 12 Staustufen kanalisiert. Für die mittlere Oder kommen vier derselben in betracht, bei Gross-Döbern, Oderhof, Sowade und an der Neissemündung. Bei Brieg und Ohlau werden grössere Schleusen errichtet werden, und endlich wird eine Schiffahrtsstrasse um die Stadt Breslau gelegt werden.

Im dritten Abschnitte beschreibt Leonhard das gegenwärtige Strombett der Oder und die bedeutenderen alten Läufe derselben auf Grund eigener Studien und Vergleiche mit alten Karten. In 2 Anhängen schildert er dann die Veränderungen der Stromlage bis Glogau und die Entwickelung der Stromlage bei Breslau. Auf einer Karte ist die Brieg-Ohlauer Oderniederung nach den Ermittelungen Leonhard's dargestellt, und zwar sowohl die älteren Uferlinien als der Stromlauf von 1740 und der heutige Strom. Von besonderem Interesse erscheint hier der alte Oderlauf unterhalb der Stadt Ohlau. Hier biegt der Strom heute rechts nach Nord ab, während der Nebenfluss die Ohle, nachdem er sich der Oder bis auf 500 *m* genähert hat, in der bisherigen Richtung des Stromes ein nordwestlich gerichtetes Thal durchfliesst. Diese wenigstens 2 *km* breite Niederung wird auf eine Länge von 9 *km* durch einen durchschnittlich 2 *km* breiten Streifen von Diluvium von der Oderniederung geschieden. Richtung, Breite und gleiche Höhenlage mit der Oder machen es wahrscheinlich, dass dieses Thal vom Hauptstrome geschaffen und noch in verhältnismässig junger Zeit durchflossen wurde. Alte Uferkonkaven längs des Diluvialrandes bei Sackerau und bei Tschechnitz von der Grösse der Oderkrümmungen stützen diese Annahme.

Erst durch den Durchbruch bei Ohlau machte die Oder das Diluvium der Zedlitzer und Kottwitzer Sandberge zur Insel, indem sie bei Kottwitz wieder in das alte breite Bett trat, das der aus der südlichen Niederung einmündende Nebenfluss jetzt nur unvollkommen erfüllt.

Bei Ohlau selbst bestand eine alte Verbindung beider Flüsse. Wenn kein Wehr sie hinderte, floss die Ohle durch den alten Lauf bei Baumgarten in die Oder, sonst aber wurde das Wasser in entgegengesetzter Richtung geleitet. Es war dies vielleicht die als uralt bezeichnete Verbindung, durch welche nach dem Vertrage der Stadt Breslau mit Ohlau vom Jahre 1334 das Oderwasser ungehindert in die Ohle abfliessen sollte.

Die heutige gerade Stromstrecke von Ohlau bis Janowitz ist fast ganz künstlich hergestellt, und zwar meist um die Mitte des vorigen Jahrhunderts, wodurch die zahlreichen alten Serpentinen des ungeregelten Laufes trocken gelegt wurden. Bei Kottwitz trat die Oder in einem südlich von dem jetzigen verlaufenden Arme in das Bett, welches gegenwärtig nur die Ohle einnimmt. Dieser südliche Arm war noch im 17. Jahrhunderte der wasserreichere und vereinigte sich mit dem nördlichen erst zwischen Janowitz und Margareth kaum 200 *m* von der schwarzen Lache entfernt, mit der noch lange Zeit eine Verbindung bei Hochwasser bestanden haben muss. Aus diesem Bette verlegte sich die Oder erst durch einen nördlich gerichteten Durchbruch bei Margareth.

**Der Niagarafluss** ist bezüglich seiner Entstehung und Entwicklung von G. K. Gilbert geschildert worden[1]). Auf Grund

[1]) Smithsonian Report 1890. p. 231 u. ff.

fremder und eigener Untersuchungen kommt er zu dem Ergebnisse, dass der Fluss erst entstand, nachdem die Seen und ihre Umgebung von der Inlandeisdecke frei waren. Je nach dem Niveau des Ontariosees erlitt der Fluss mehrfach Änderungen seiner Länge und damit auch der Höhenlage seiner Mündung und der Grösse seiner Wasserführung. Er war offenbar zu gewissen Zeiten, besonders während des Abschmelzens der binnenländischen Eisdecke, ein sehr mächtiger Strom, zu anderen Zeiten dagegen nur klein; auch die Unterlage, in welche sich der Fluss einschnitt, ist sehr verschieden gewesen, meist harter Kalk und Sandstein, mit Zwischenlagen von weichen Schichten, aber auch lose Driftablagerung. Es ist daher nicht wahrscheinlich, dass das heutige Rückwärtsschreiten der Fälle in seiner Geschwindigkeit dem mittleren Masse nahe entspricht, so dass alle darauf begründeten Schätzungen über das chronologische Alter derselben keinen Wert haben.

**Die Hydrographie des Oxus** ist von E. Blanc auf Grund eigener Untersuchungen und einer kritischen Prüfung des gesamten vorhandenen Quellenmaterials studiert worden[1]). Hiernach ist an einer dreimaligen Veränderung des Unterlaufes des Oxus nicht zu zweifeln. Bis ins 14. Jahrhundert floss des Strom in den Aralsee, im 15. wandte er sich ins Kaspische Meer, in welches er auch im Altertume mündete. Während dessen wurde der Aralsee infolge der Hemmung der Wasserzufuhr zu einem Sumpfe. Im 16. Jahrhunderte erscheint der Oxus in 2 Arme getrennt, von denen einer in den Aralsee, der andere (der Fluss von Urgentsch) ins Kaspische Meer floss. Letzterer versandete im 17. Jahrhunderte, und es blieb nur der in den Aralsee mündende Arm, der heutige Amu-Darja. Von den vermuteten ehemaligen Flussbetten des Oxus zum Kaspischen Meere ist nach Blanc nur das Bett von Urgentsch (Usboj) wirklich als solches zu betrachten. Als Ursache der Veränderungen des Oxuslaufes sieht er Bodenbewegungen an, doch scheint es, dass zufällige Verstopfungen der Mündung durch Sand und Schlamm, sowie die nicht abzuleugnende Abnahme der Feuchtigkeit im Oxusgebiete überhaupt, vielleicht auch genügen, die Wandlungen zu erklären.

**Der Bau der Strombetten und das sogenannte Baer'sche Gesetz** ist Gegenstand einer kritischen Untersuchung in einer Inauguraldissertation von B. Neumann gewesen. Für manche könnte die Frage wohl als entschieden gelten; indes ist die genannte Untersuchung doch auch deshalb wertvoll, weil Verfasser einerseits die historische Seite der Frage ausführlich behandelt, und anderseits alle bei der Bildung der Flüsse, ihrer weiteren Gestaltung, der Uferzerstörung und Laufveränderung thätigen Kräfte nacheinander behandelt.

Der Schweizer Denzler hat 1857 eine Abhandlung veröffentlicht, in welcher er aus der Annahme des Einflusses der Erdrotation auf die Flüsse

[1]) Bull. Soc. Géogr. 1892. **63.** p. 281 u. ff.

sehr weitgehende Konsequenzen zog. In der Pariser Akademie wies Babinet darauf hin, dass die Ablenkung der Bewegungsrichtung infolge der Erdrotation auch bei Luftströmungen und Flüssen hervortrete. Bertrand trat seiner Behauptung betreffs der Flüsse entgegen, indem er die Geringfügigkeit jener Ablenkung hervorhob. Es entwickelte sich zwischen beiden eine lebhafte Diskussion für und wider, in welche auch noch andere Mitglieder der Akademie eingriffen. Man stritt sich über theoretische Fragen, dachte aber weniger daran, den Gegenstand vom Standpunkte der physischen Geographie zu behandeln und zu versuchen, etwaige Wirkungen der Erdrotation auf Flussläufe durch vergleichende Untersuchungen zahlreicher Flüsse festzustellen. Dies war Baer vorbehalten, dessen Abhandlung im Jahre nach den betreffenden Erörterungen in der Pariser Akademie und zum Teile infolge derselben erschien. Ähnlich wie in der Pariser Akademie wurde die Frage vom belgischen Mathematiker Lamarle [1]) behandelt.

Zu den ersten, welche sich mit Baer's Aufstellungen einverstanden erklärten, gehörten die österreichischen Geologen Süss [2]) und Peters [3]). Beide zogen als treffendes Beispiel die Donau heran, in deren Uferverhältnissen sie Beweise für die Baer'sche Hypothese sahen. Für diese erklärte sich auch Schweinfurth, der sich auf die Verhältnisse am Nil bezog. Schon im Jahre 1862 hatte Klun in einem Vortrage in der Wiener geographischen Gesellschaft sich ganz im Sinne Baer's ausgesprochen, indem er teils über dessen Beobachtungen referierte, teils über seine eigenen und die anderer Mitteilungen machte. Später aber traten am eifrigsten für die unbedingte Anerkennung des Baer'schen Gesetzes die beiden österreichischen Gymnasialprofessoren Benoni und Schmidt ein, namentlich der erstere. Die eingehendste theoretische Untersuchung über die Ablenkung von Bewegungen über und längs der Erdoberfläche durch die Erdrotation hat Finger geliefert. Er berechnet auf analytischem Wege den genauen Wert des Seitendrucks unter Berücksichtigung der Sphäroidgestalt der Erdoberfläche, einer ungleichförmigen Bewegung und Veränderlichkeit des Azimuts derselben. Finger konstatiert ein Maximum des Seitendruckes bei Bewegungen nach Osten, ein Minimum bei solchen nach Westen, während sich für Bewegungen in Meridianrichtung nur ein Mittelwert ergiebt.

Von den Gegnern scheint Buff in Giessen der erste gewesen zu sein, der wegen der Geringfügigkeit der Ablenkung den Einfluss derselben auf die Bildung der Flussufer hier leugnet Man könne praktisch ebensoviele Beispiele für als gegen das angebliche Gesetz beibringen. Ihm schlossen sich Dunker und Zöppritz an.

Von neueren Arbeiten gedenkt Neumann der Untersuchungen von Gilbert, Baines und Fontès, sowie der Arbeit von Klockmann, die alle verneinend ausfallen. „Für die Ausbildung von Uferböschungen sind, nach Klockmann, vor allem die besonderen geologischen Verhältnisse der einzelnen Flussthäler von Bedeutung, ausserdem aber erkennt er auch die allgemeinen Ursachen an, welche Stefanovic v. Vilovo angegeben hat. Dann führt er weiter aus, dass im allgemeinen beim Durchbruche eines Flusses durch einen Gebirgsrücken oder Höhenzug für das Entstehen einer steileren Uferböschung die Richtung des Flusses und das Streichen des vorlagernden Rückens massgebend sei, vorausgesetzt, dass das Hindernis annähernd rückenförmig ist und aus gleichartigem Materiale besteht. Daher findet Klockmann im Flachlande die günstigsten Bedingungen für die von ihm aufgestellte Regel, die natürlich wegen verschiedener Ursachen

[1]) Bulletin de l'académie royale belge **9.** p. 12

[2]) Süss, Boden der Stadt Wien u. s. w., Wien 1862, und Österreich. Revue **4.** p. 262.

[3]) Österreich. Revue **4.** p. 216, und Sitzungsbericht der k. Akademie der Wissenschaften zu Wien 1865, mathem.-naturw. Klasse **52.** Abt. I. 6.

die mannigfaltigsten Ausnahmen erleiden kann. Als Beispiele führt er Elbe, Oder, Weichsel an, deren Uferformen er, wenigstens in grossen Zügen, durch seine Regel erklärt findet. Die merkwürdige Übereinstimmung dieser Flüsse im Umbiegen aus der Ostsüdost- — Westnordwestrichtung in die Nordrichtung hielten Berghaus und Dulk für eine Folge der Erdrotation und sahen darin eine glänzende Bestätigung des Baer'schen Gesetzes. Klockmann aber schliesst sich in der Erklärung jener allerdings auffallenden Ablenkung dem Geologen Berendt an, welcher sie der Benutzung von nordsüdlichen Rinnen, die zahlreich von den Schmelzwassern des in einer früheren Periode über Norddeutschland gelagerten und dann zurückweichenden Eises ausgefurcht wurden, durch die genannten Flüsse zuschrieb."

Neumann gliedert seine Untersuchungen in 3 Teile:

Zunächst behandelt er die Theorie vom Einflusse der Erdrotation auf irdische Bewegungen überhaupt. Bekanntlich hat Foucault durch seinen berühmten Pendelversuch zuerst diesen Einfluss und damit die Axendrehung der Erde selbst augenfällig nachgewiesen. Ein anderes von Perrot ausgeführtes und gedeutetes Experiment ist weniger bekannt. Perrot liess aus einem grossen zylindrischen Gefässe Wasser durch ein genau im Mittelpunkte des Bodens angebrachtes Loch fliessen. Die einzelnen Wasserteilchen strebten vom Rande nicht auf radialem Wege der Öffnung zu, sondern wichen allmählich nach rechts ab und kreisten in Spiralen um die Öffnung, ehe sie ausflossen. Hierin sah Perrot mit Recht eine Wirkung der Erdrotation.

Der grosse französische Geometer Poisson war der erste, welcher mathematisch genau feststellte, welchen Einfluss die Erdrotation auf die Ablenkung von Bewegungen an der Erdoberfläche (bei Geschossen) hat. Er kam zu folgenden Ergebnissen: Die Ablenkung von Bewegungen auf der nördlichen Hemisphäre nach rechts, auf der südlichen nach links hat zwei zusammenwirkende Ursachen. Der bei weitem grösste Teil der Ablenkung ist eine Folge des Trägheitsgesetzes, welches jeden in Bewegung gesetzten Körper die einmal eingeschlagene Richtung beizubehalten treibt. Ein viel kleinerer Teil der Ablenkung wird durch die Veränderung der Rotationsgeschwindigkeit hervorgerufen.

Die Ablenkung infolge der Erdrotation findet nicht nur in der Meridianrichtung, sondern in jeder Richtung (in jedem Azimute) statt. „Es kann," sagt Neumann, „gar nicht bezweifelt werden, dass auch beim fliessenden Wasser, wie bei jeder anderen Bewegung, für jedes beliebige Azimut der Flussrichtung eine ablenkende Kraft entsteht, und zwar auf der Nordhemisphäre nach rechts, auf der Südhemisphäre nach links. Ferner kann nicht geleugnet werden, dass diese Kraft, wenn man sie sich durch ungeheure Zeiträume allein wirksam denken würde, eine sichtbare geologische Wirkung hervorbringen müsste. Dass eine solche Wirkung sogar bedeutend sein könnte, wird man auch nicht bestreiten mögen, wenn man bedenkt, welche gewaltigen Umgestaltungen kleine Kräfte, allerdings in unmessbaren Zeiträumen, an der Erdoberfläche hervorgebracht haben. Nun ist aber die ablenkende Kraft der Erdrotation bei der Gestaltung von Flussbetten nicht etwa allein wirksam, sondern man kann sie sich nur in Gemeinschaft mit einer ganzen Reihe anderer Kräfte thätig denken.

Diesem Gegenstande ist nun das 2. Kapitel der Neumann'schen Abhandlung gewidmet. Zunächst wird die Frage behandelt, wie sich Flussbett und Flussthal ausbilden.

Die heutigen Flussthäler sind durch Erosion entstanden, wenn auch nicht ausschliesslich, da Spalten und Einsenkungen bei der Gebirgsbildung oft genug den Flusslauf vorzeichneten. Sicher ist jedenfalls, dass die Erosion die heutige Oberflächentiefe der Erde im Laufe sehr langer Zeiträume erzeugt hat. Das vom Wasser losgerissene und anderweitig in den Wasserlauf gelangte Gesteinsmaterial wird durch die Stromkraft weitergetragen und unter gewissen Umständen wieder abgelagert; es

wechseln also Erosion, Transport, Ablagerung, und diese 3 Thätigkeiten sind es, welchen die Gestaltung des Flussbettes zuzuschreiben ist.

Bei den Flüssen entspricht die Bewegung des Wassers längs einer geneigten Fläche abwärts dem Falle auf schiefer Ebene. „Sie müsste nach den hierfür geltenden Gesetzen eine gleichförmig beschleunigte sein. Dass dies nicht der Fall ist, liegt an dem Widerstande, den das fliessende Wasser durch die Reibung am Umfange seines Bettes und durch seine eigene innere Reibung erfährt Die Bewegung des Wassers ist daher unter sonst gleichen Umständen (Gefälle, Querprofil u. s. w.) eine gleichförmige oder wenigstens nahezu gleichförmige, indem der Beschleunigung durch die Reibung ganz oder annähernd das Gleichgewicht gehalten wird Dass das Wasser gleichwohl nur ausnahmsweise sich völlig gleichförmig bewegt, liegt an der unregelmässigen Gestalt des Flussbettes, welches bald horizontal, bald vertikal sich verengt oder erweitert, an der Veränderung von Wasserstand und Gefälle und an den Krümmungen, in denen mit dem Wechsel des Gefälles auch die Widerstände eine Änderung erfahren. Die Linie grösster Wassergeschwindigkeit im Flusse pflegt man Stromstrich zu nennen; sie folgt ungefähr der tiefsten Rinne des Bettes, dem Thalwege oder der Stromrinne. Von der Mitte des Flusses nach den Ufern, ebenso von der Oberfläche zur Sohle nimmt die Geschwindigkeit ab, aber nicht mit vollkommener Regelmässigkeit selbst in den geradesten Flussstrecken und beim regelmässigsten Querprofile des Bettes, wie Harlacher's Messungen bewiesen haben. Denkt man sich daher von einem Querprofile aus horizontal und vertikal in der Stromrichtung Linien gezogen, welche sich wie die verschiedenen Geschwindigkeiten verhalten, so ist beide Male die Verbindungslinie der Endpunkte jener Linien nur annähernd eine regelmässige Kurve (Parabel). Da die Geschwindigkeit der Wasserfäden zunimmt, je weiter sie vom benetzten Umfange entfernt sind, so ist es klar, dass bei steigendem Wasserstande die Geschwindigkeit im allgemeinen sich vergrössern muss. Wie nun die Geschwindigkeit unter ganz regelmässigen Verhältnissen nie symmetrisch in einem Querprofile verteilt ist, so wechselt auch an der nämlichen Stelle eines Querprofils die Geschwindigkeit selbst bei gleichbleibendem Wasserstande. Diese Unregelmässigkeit ist auf den ersten Blick vielleicht befremdend. Die ausgezeichneten Untersuchungen von Boussinesq[1]) haben aber über die, allerdings komplizierte, Wasserbewegung in Flüssen völlige Aufklärung gegeben. Boussinesq bespricht in seiner Untersuchung auch die Bewegung des Wassers in Flusskrümmungen. Die schnellsten Stromfäden treibt die Zentrifugalkraft an das Hohlufer; dort tauchen sie, an diesem sich reibend, unter und steigen am gewölbten Ufer wieder in die Höhe. Infolgedessen wird das Flussbett am Hohlufer vertieft, am gewölbten Ufer durch Anschwemmung verflacht.

Zur Frage übergehend, wie das Wasser am Umfange seines Bettes eine erodierende Thätigkeit ausübe, hebt Neumann hervor, dass die gesteinzerstörende Thätigkeit desselben erst beginnt, sobald es in Bewegung gesetzt wird, und zwar zunächst vermöge der Reibung, welche durch das Hingleiten des Wassers an den Seiten und am Boden seines Bettes entsteht. Nun sei aber nach einem bekannten hydraulischen Gesetze die Reibung zwischen festen und flüssigen Körpern ausser vom Reibungskoeffizienten, der durch die Art der Rauheit des festen Körpers bedingt ist, abhängig von der Geschwindigkeit der Bewegung und von der Grösse der Berührungsfläche, während eine Veränderung des Druckes die Reibung nicht beeinflusse. Bei zunehmender Geschwindigkeit verstärkt sich also die Reibung des Flüssigen am Festen, ebenso bei Vergrösserung der Berührungsflächen. Daraus folge unmittelbar, dass in einem Flusse bei steigendem Wasserstande die Reibung

[1]) Théorie des eaux courantes in den Mémoires présentés à l'académie de Paris 1877. **23.** u. **24.**

zwischen Flussbett und Wasser aus zweifachem Grunde sich vermehre und infolgedessen auch die durch das Wasser geleistete mechanische Arbeit. Diese müsse also bei Hochwasser viel bedeutender als bei gewöhnlichem Wasserstande sein. Die in der Reibung liegende erodierende Thätigkeit des fliessenden Wassers werde sich teils im Vertiefen des Flussbettes, teils im Abbröckeln des einen oder anderen Ufers äussern; sie sei natürlich da am stärksten, wo die Reibung zwischen Wasser und Bett am grössten ist, aber sie hänge nicht nur von Wasserstand und Geschwindigkeit ab, sondern sei auch je nach dem Materiale, welches sich ihr darbietet, eine sehr verschiedene, in weichem, nachgiebigem Materiale begreiflicherweise viel bedeutender als in hartem, widerstandsfähigem.

Ein Wasserlauf mit starkem Gefälle und grosser Geschwindigkeit wird Hindernisse leicht überwinden, wenn sie nicht allzu gross sind. aber ein in schwach geneigtem Bette träge strömendes Wasser wird auch unbedeutenden Hindernissen ausweichen, weil es nicht die Kraft besitzt, sie zu überwältigen; es muss also ganz natürlich in diesem Falle der Lauf (Unterlauf im Flachlande) viel öfter abgelenkt, viel gewundener sein als im ersten Falle. Die Grundursache für die Ablenkung aus der ursprünglichen Laufrichtung findet aber mächtige Bundesgenossen oder auch bedeutende Gegner in der mit der Ablagerung der Sinkstoffe in Wechselwirkung tretenden Erosion im Flussbette.

Einen nicht zu unterschätzenden Einfluss auf die Veränderung der Flussufer übt, wie auch v. Vilovo gezeigt hat, der Wind, sowie bei tropischen Flüssen starke Vegetation im Flussbette aus, die sogar den Fluss zwingen kann, sich ein anderes Bett zu suchen.

Alle diese Kräfte verändern ununterbrochen bald nach der einen, bald nach der anderen Richtung hin die Gestalt der Flussbetten, und es entsteht nun die Frage, ob die durch die Erdrotation im fliessenden Wasser erzeugte ablenkende Kraft, indem sie die bisher erörterten modifiziert, sichtbare Wirkungen hervorzubringen vermag. Mit Beantwortung dieser Frage beschäftigt sich nun speziell Neumann. Er findet mit Hilfe einer früher von Zöppritz abgeleiteten einfachen Formel, dass unter 50° nördl. Br. ein Strom von 1000 *m* Breite seinen Wasserspiegel an dem Ufer, gegen welches die ablenkende Kraft der Erdrotation gerichtet ist, um 34 *mm* erhöht, wobei noch vorausgesetzt ist, dass seine Strömungsgeschwindigkeit 2 *m* beträgt. Diese Erhöhung ist gewiss unbedeutend, aber es fragt sich, ob sie nicht im Verlaufe ungeheuer langer Zeiträume doch merkliche Wirkungen hervorruft. Die Beantwortung dieser Frage ist für das Problem entscheidend. Neumann behandelt sie in folgender Weise. „Das Ansteigen des Wassers am rechten Ufer,“ sagt er, „hat zunächst zur Folge, dass der Druck auf die rechte Wand des Flussbettes um einen ganz geringen Betrag grösser wird, als der am linken Ufer. Der Druck auf die feste Wand eines Gefässes, in welchem sich Wasser befindet, ist bekanntlich gleich dem Gewichte einer Wassersäule, welche die gedrückte Fläche zur Grundfläche und die Höhe des Wasserspiegels über ihrem Schwerpunkte zur Höhe hat. Da aber die meisten Flüsse im Unterlaufe, der hauptsächlich für das Baer'sche Gesetz in betracht kommt, unter gewöhnlichen Umständen nur eine geringe Geschwindigkeit besitzen, welche 3 *m* höchstens bei Hochwasser, also im Ausnahmezustande erreicht, so wird die Erhöhung des Wasserspiegels an einem Ufer für gewöhnlich nur mehrere Millimeter betragen, was für eine einseitige Verstärkung des Wasserdruckes in Rücksicht auf die Tiefe des Flussbettes doch kaum in betracht kommen kann.“

Baer und Benoni haben behauptet, die Wirkung der Erdrotation werde hauptsächlich bei Hochwasser eintreten, allein Neumann zeigt, dass auch in diesem Falle eine Erhöhung des Wasserspiegels durch die ablenkende Kraft der Erdrotation nicht in die Erscheinung treten könne, weil jene Verhältnisse eben fortwährend störend eingreifen. „Kann aber die ablenkende Kraft der Erdrotation keine Steigerung des Wasserdruckes

und, was viel wichtiger ist, der Geschwindigkeit. demzufolge auch keine Vermehrung der das Flussbett angreifenden Reibung hervorrufen, ganz zu schweigen von einer allgemeinen Richtungsänderung der Wassermasse, deren Stoss gegen ein Ufer die Hauptzerstörung bewirkt, so ist zu konstatieren, dass durch jene Kraft auch die Erosion nach einer Seite nicht vermehrt werden kann, d. h. es ist eine stärkere Zerstörung des einen Ufers infolge der Erdrotation zu verneinen."

„Um eine Umgestaltung des Flussbettes, die Zerstörung eines Ufers oder eine bestimmte Uferform zu erklären" — führt Neumann aus — „werden die von uns besprochenen, bei der Flussbettgestaltung thätigen Kräfte, verbunden mit der Berücksichtigung der geologischen Verhältnisse, stets genügen. Ist beispielsweise bei einem Flusse auf eine lange Strecke das eine Ufer bedeutend höher als das andere, so wird nur eine genaue Untersuchung der örtlichen Verhältnisse den Grund für die Höhe des Ufers erkennen lassen. Für die Wolga speziell ist das hohe rechte Ufer wohl dadurch ganz ungezwungen erklärt, dass es, wenigstens von Simbirsk an, eine Formationsgrenze bildet Der steile Rand setzt sich von Zarizyn, wo die Wolga von ihm zurücktritt, nach Süden in den Ergenihügeln fort. Daraus ist wohl zu schliessen, dass bei der Entstehung der Wolga dieser steile Rand schon vorhanden war, an den sich der Fluss dann anlehnte. Es liegt aber in der Natur der Sache, dass die steile Uferwand im weiteren Verlaufe vom Flusse zerstört werden muss.

Hier lernen wir nun auch die Bedeutung kennen, welche der Wasserdruck für die Zerstörung eines Ufers erlangen kann Man denke sich die Wolga bei Hochwasser: das Wasser ist um 8 *m* und mehr gestiegen, das flache, sanft ansteigende Ufer hat es auf weite Entfernung überschwemmt, es drückt mit ganzer Wucht gegen die steile Wand. Die Folge davon ist, dass namentlich in die tieferen Schichten, die vielfach aus Sand bestehen. eine grosse Menge Wasser hineingepresst wird; der Grundwasserspiegel neben dem Flusse steigt stark auf grössere Entfernung. Ist das Wasser gefallen, so beginnt das Grundwasser allmählich in den Fluss zurückzuströmen und führt beim Eintritte in den Fluss Teile der Schicht mit sich, welche es verlässt. Dadurch wird nach und nach den darüber liegenden Schichten die Unterlage entzogen, bis sie in den Fluss herunterstürzen; dort bleiben häufig abgestürzte Massen liegen, bis das nächste Hochwasser sie beseitigt und den beschriebenen Vorgang von neuem einleitet. Auch Baer erklärt, dass, da das rechte Ufer der Wolga einmal steil und hoch sei, es nun so bleiben und dieses Ufer gerade der Zerstörung verfallen müsse In ähnlicher Weise wie bei der Wolga kann wohl auch bei anderen Flüssen ein auf weitere Erstreckung höheres Ufer erklärt werden; oft spielen dabei Wind nnd Wellen eine beachtenswerte Rolle, deren Wirkung unter Umständen eine ganz bedeutende werden kann, wie S. v. Vilovo trefflich nachgewiesen hat.

Die Erdoberfläche ist nicht nach einer bestimmten Schablone geformt. Ihre wechselvolle Gestalt und Neigung giebt den sie durchziehenden Wasserläufen eine allgemeine Richtung. Nach mechanischen Gesetzen bilden sich die Wasserläufe, und sie werden fort und fort nach diesen Gesetzen weiter gestaltet. Hierin liegt die Erklärung für die Ausbildung des Flussthales, für jede Form von Flussbett und Ufer. Nach unserer Überzeugung ist die Wichtigkeit und Bedeutung jener mechanischen Gesetze in bezug auf die Wasserläufe von den Anhängern Baer's verkannt worden; deshalb gaben sie sich so leicht einer sonst nicht begreiflichen Täuschung hin."

Als Ergebnis seiner Untersuchung kommt Neumann zu der Überzeugung, dass in der Theorie ein Einfluss der Erdrotation auch auf die Flüsse, wie auf alle Bewegungen an der Erdoberfläche überhaupt, nicht zu leugnen sei; vergleiche man aber diesen Einfluss mit den Verhältnissen, welche für die Gestaltung des Flussbettes bestimmend sind, so werde man zu der Überzeugung kommen, dass er in den Wirkungen, welche die das

Flussbett gestaltenden Kräfte hervorbringen, vollständig untergeht, dass also unmöglich durch die ablenkende Kraft der Erdrotation geologische Wirkungen zu stande gebracht werden können, wie es von Baer und seinen Anhängern behauptet wurde. In der Praxis absorbiere die unausgesetzte, durch Wasserbewegung und Sedimentführung bewirkte Umgestaltung des Flussbettes jeden Einfluss der Erdrotation.

Durch die gründlichen Erörterungen Neumann's ist die völlige Unhaltbarkeit des sogenannten Baer'schen Gesetzes so evident erwiesen, dass dasselbe wohl als endgültig abgethan betrachtet werden muss.

## 11. Seen.

**Grössen und Tiefen der Schweizer Seen.** Auf Grund der fortgesetzten Arbeiten des Eidgenössischen Topographischen Bureaus giebt Prof. J. J. Egli eine Zusammenstellung der Grössen und Maximaltiefen der hauptsächlichsten Schweizer Seen[1]). Derselben ist folgendes entnommen:

| | Areal *qkm* | Tiefe *m* |
|---|---|---|
| Aegerisee | 7.00 | 83 |
| Baldeggersee | 5.04 | 66 |
| Bielersee | 42.16 | 78 |
| Bodensee | 539.14 | 255[2]) |
| Brienzersee | 29.95 | 261 |
| Genfersee | 577.84 | 310 |
| Greifensee | 8.44 | 34 |
| Hallwylersee | 10.37 | 48 |
| Jouxsee | 9.30 | 34 |
| Klönsee | 1.18 | 33 |
| Langensee | 214.27 | 365[3]) |
| Lowerzersee | 2.84 | 13 |
| Luganersee | 50.46 | 288 |
| Murtensee | 27.42 | 49 |
| Neuenburgersee | 239.62 | 153 |
| Oeschinensee | 1.14 | 63 |
| Pfäffikersee | 3.10 | 36 |
| Puschlaversee | 1.60 | 84 |
| St. Morizersee | 3.15 | 44 |
| Sarnersee | 7.40 | 52 |
| Sempachersee | 14 28 | 87 |
| Silsersee | 4.00 | 71 |
| Silvaplanersee | 2.86 | 77 |
| Thunersee | 47.92 | 217 |
| Vierwaldstättersee | 113.36 | 214 |
| Walensee | 23.27 | 151 |
| Zürichsee | 87.78 | 143[4]) |
| Zugersee | 38.48 | 198 |

[1]) Petermann's Mitteil. 1893. p. 125.

[2]) Davon Unter- oder Zellersee 63 *qkm* und 47 *m*.

[3]) Kann noch tiefer sein, da die schweizerische Sondierung nur den nördlichen Teil bis Luino umfasst.

[4]) Davon Obersee 20.32 *qkm* und 50 *m*.

„Dieser Tabelle fügen wir nun eine zweite an: eine Reihe kleinerer Seen unter 1 *qkm* Oberfläche. Klön- und Oeschinensee, die kleinsten Becken der ersten Tabelle, sind hier behufs Vergleichung wieder aufgeführt als grösste Becken der zweiten Reihe.

Aus diesen Angaben lässt sich erkennen, mit welchem Rechte gewisse Seen, vorzugsweise die alpinen Hochseen, im Volksglauben als „unergründliche" gelten."

| | Areal *qkm* | Tiefe *m* |
|---|---|---|
| Lago Bianco | 0.82 | 47 |
| Lac des Brenets | 0.57 | 32 |
| Burgäschisee | 0.23 | 31 |
| Campferersee | 0.54 | 34 |
| Davoser Grosssee | 0.55 | 54 |
| Klönsee | 1.18 | 33 |
| Lungernsee | 0.86 | 33 |
| Märjelensee | 0.41 | 47 |
| Mauensee | 0.57 | 9 |
| Moosseedorfsee | 0.31 | 22 |
| Lago Nero | 0.08 | 12 |
| Oeschinensee | 1.14 | 63 |
| Seelisbergersee | 0.18 | 37 |
| Soppensee | 0.24 | 28 |
| Lac de Taney | 0.17 | 31 |
| Türlersee | 0.49 | 22 |

**Über das Relief des Bodenseebeckens** verbreitete sich Graf v. Zeppelin auf dem X. deutschen Geographentage zu Stuttgart[1]). Er schildert zunächst den eigentlichen Bodensee (oder Obersee einschliesslich Überlinger See) und hier den Seekessel, bei welchem man die Sohle, nach einem Bodenseeausdrucke den Schweb, und die nach letzterem abfallenden Böschungen oder Halden unterscheiden muss. Er schliesst sich der früher von Lyell und neuerdings insbesondere von Forel begründeten Ansicht an, dass die Alpenrandseen, welche früher viel grösser, durch die Geschiebe der in den oberen Teil ihrer Wanne einmündenden Flüsse immer mehr verlandet wurden und noch werden, der Verbiegung eines zuerst gleichsinnig zum Meere abgedachten Thales, d. h. dem Rückwärtseinsinken des Thales mitsamt den zuerst höher aufgestiegen gewesenen Alpen, ihre Entstehung zu verdanken haben. Demgemäss erblickt er in der Eingangsböschung des Bodensees, die deshalb auch aus Geschieben bestehen wird, nur die Fortsetzung der Verlandung der oberen Seewanne, jetzt Rheinthal, im tiefsten „Schweb" und der im Überlinger See (bezw. auch der Konstanzer Bucht) sich hinaufziehenden Endböschung die nur durch Sinkstoffe mehr oder minder verwischte Sohle des alten Thales und in den Seitenböschungen ebenso die wesentlichen Strukturformen seiner Seitenwände. Die weiter

[1]) Deutsche geogr. Blätter **16.** p. 164.

abwärts gleichmässig und sanft abfallende Eingangsböschung ist in ihrem oberen Teile regelmässiger gestaltet durch die Schuttkegel des Rhein- und Bregenzer Ach-Deltas und des Rohrspiz, bei welchem es neuerdings zweifelhaft geworden ist, ob sein fester Kern auch ein altes (Rhein-)Delta sei. Im oberen Teile des Sees finden wir zwei gesonderte Tiefbecken, den Bregenzer und den Lindauer Schweb. Ersterer, bis 62.8 *m* tief, wird von letzterem durch die Fortsetzung des Wasserburg-Lindauer Moränenzuges getrennt, letzterer, bis 77.5 *m* tief, westlich durch einen vom Rohrspiz nach Lindau ziehenden Rücken begrenzt. Von den weiteren, nicht mehr so bestimmt abgegrenzten Schweben auf der Eingangsböschung ist besonders der Schweb vor der Argen merkwürdig, ein 5 *qkm* grosses Plateau in 170 *m* Tiefe, überragt von dem bis 151.5 *m* unter dem Seespiegel aufsteigenden Montforter Berge. Die merkwürdigste Entdeckung aber ist die des unterseeischen Rinnsals des Rheines. Es verläuft flussartig gewunden mit 500 bis 600 *m* breiter und bis 75 *m* tief zwischen seinen Seitendämmen eingeschnittener Sohle von der Rheinmündung erst 28.5 *km* bis zum Fusse des Schwebs vor der Argen und hier rechtwinklig abbiegend noch weitere 3.5 *km* Romanshorn zu, bis es sich von 200 *m* Tiefe ab auf der Eingangsböschung verliert. Forel erklärt die nur im Bodensee und Leman vorkommenden Rinnsale richtig damit, dass die kälteren und somit schwereren Wasser des Rheines und der Rhone mit starker Strömung unter die wärmeren Wasser der Seen untertauchen müssen, eine Erscheinung, die man hier im sogenannten „Brech“, dort in der „bataillère“ mit blossem Auge wahrnehmen kann. v. Zeppelin widerlegt die Ansicht Duparc's, welcher die Rinnsale als den Rest der durch den Abbruch der Molasse entstandenen Spalte erklärt, dem die Seen selbst ihre Entstehung verdanken sollten, insbesondere auch durch den Hinweis auf ein zweites ähnliches Rinnsal, das von Altenrhein aus 3 *km* weit bis in den Rohrschacher Schweb zieht und zugleich beweist, dass dem richtigen Namen dieses Dorfes entsprechend die Rheinmündung sich einst hier befand. Der tiefste Schweb ist eine ziemlich das mittlere Drittel des Sees einnehmende, sehr flache Ebene von 330 *m* Tiefe ab mit 25.5 *qkm*, von 240 *m* 17.9 *qkm* und von 250 *m* ab, wo die tiefste Stelle des Sees in 251.8 *m* sich findet, mit 4.2 *qkm* Flächengehalt. Die Seitenböschungen, im allgemeinen mit 4 % igem Gefälle herabziehend, zeigen hier in der Uttviler und Immenstaad-Hagnauer Tiefhalde stärkeres Gefälle. Von hier zieht die Endböschung, nur auf der Nordseite und zuweilen von jetzt unmittelbar am Ufer steil abfallenden Seitenböschungen begleitet, steigt sanft zu dem Mainau-Neu-Birnauer Querrücken hinauf, der das Ende des Überlinger Sees zu einem gesonderten Tiefbecken mit 147.1 *m* Maximaltiefe macht. Hier ragt aus der südlichen Steilhalde die Feldnadel des Teufelstisches bis nahe an den Wasserspiegel herauf. In der bis 10 *m* Tiefe reichenden, 1000 bis 2000 *m* breiten Uferzone bildet das ausgespülte Ufer mit Strand, Hang, Wysse nebst

Halde die Regel, angeschwemmtes Ufer nur mit Hang nebst Halde zeigen die zahlreichen Mündungsdeltas der Zuflüsse, die Hörner. Die den letzteren entsprechenden Buchten sind meist wenig tief. Weitergestreckte Untiefen heissen vielfach Grund und neben Schweben aufragend Berg, z. B. oberer und unterer Friedrichshafener Berg. Die Bedeckung des Seebodens in der Uferzone wechselt nach bestimmten Regeln zwischen gröberem und feinerem Gerölle und Sand. Vielfach finden sich Reste ausgespülter Moränen, so namentlich am Schachener Berge zwischen Lindau und Wasserburg. Bemerkenswert ist die durch einzellige Algen bewirkte Kalktuffbildung im Konstanzer Trichter. Der Untersee bildete vormals mit dem Bodensee einen einheitlichen See. Die beide trennende Landbrücke bei Konstanz hält Graf von Zeppelin für neueren Ursprungs und für wesentlich durch die gleiche Moräne gebildet, welcher der Mainau-Neubirnauer Rücken angehört. Erst bei Ermatingen beginnt jetzt der eigentliche Untersee, in fünf gesonderte Becken zerfallend. Hiervon sind drei im südlichen Seearme, in deren erstem wenig oberhalb Steckborn bei 46.4 *m* die tiefste Stelle des Untersees sich befindet. Die zwei anderen Becken in der Radolfzeller Bucht und im Gnadensee reichen je nur wenige Meter über Isobathe 20 hinab. Die diese Becken trennenden Rücken sind wohl durchweg glazialen Ursprungs. Auf ihnen erheben sich mehrfach noch besondere bis nahe an den Wasserspiegel reichende Höhen, die meistens als Rain bezeichnet werden.

**Über das Alter des Bodensees als See** verbreitete sich Dr. Singer[1]). Er sucht die Frage zu beantworten: Wann und wie ist das Bodenseebecken zuerst vom Wasser erfüllt worden, und wie hoch reichten die Uferlinien der einheitlichen Wassersammlung?

Das Gebiet des Bodensees ist mehrfacher Vereisung unterworfen gewesen, der Bodensee liegt durchaus im Gebiete der jüngsten Vergletscherung.

In geringem Abstande von dem heutigen Ende des Sees findet sich eine Zone der letzten Endmoränen und eine Landschaft mit kleinen Moränenhügeln, die sich in ziemlicher Ausdehnung zwischen die grösseren Erhebungen einschiebt. Beide entstammen einer Zeit, in welcher der Gletscher sich innerhalb der tiefsten Bodenfurchen hielt, jedoch kaum mehr über deren Rand hinaus anzuschwellen vermochte. Die handförmige Gliederung des Bodensees entspricht der fächerförmigen Ausbreitung der letzten Zungen des zurückgehenden Rheingletschers.

Eine hervorstechende Bodenform ist das glaziale Hügelland im südlichen und westlichen Teile der Bodanhalbinsel, sowie nördlich von Lindau. Man findet dort kleine linsenförmige Hügelchen aus Moränenmaterial und ihre Zwischenräume von Ried, Sumpf und Weihern eingenommen.

---

[1]) Festschr.. dargebracht Fr. v. Richthofen 1893. p. 57 u ff.

Diese Hügel identifiziert Dr. Singer mit den Drumlins (lenticular hills) der schottischen und nordamerikanischen Geologen, sie bestehen, wie bemerkt, aus Moränenmaterial mit unregelmässig verteilten gekritzten Geschieben, der Kern einzelner Hügel besteht aus der unterlagernden Molasse.

Eine Höhenlinie in 30 *m* über dem Seespiegel bezeichnet ungefähr die obere Grenze der häufigen, auf längeren Strecken zusammenhängenden Seeuferbildungen, während oberhalb derselben lakustrine Ablagerungen noch vereinzelt auftreten.

Strandbildungen in grösseren Höhen zeigen sich nur an gewissen begrenzten Örtlichkeiten, z. B. zu beiden Seiten des Überlinger Sees. Sie beweisen, dass es eine Zeit gab, zu welcher in verschiedenen Teilen des heutigen Bodensees auch verschiedene Wasserstände herrschten; bei einem Wasserstande von 45 *m* ü. d. S. besass der Überlinger See einen Abfluss in einen rund 20 *m* tiefer gelegenen Untersee, und eine Verbindung an Stelle des heutigen Konstanzer Rheins fehlte gänzlich. Nach Singer entstand die Absperrung an jener Stelle durch Eis, welches wahrscheinlich damals noch den ganzen Obersee einnahm und in die beiden Arme Überlinger- und Untersee eine Strecke weit hineinreichte. In diesen beiden Becken mussten sich vor der Eiskante Schmelzwasserseen ansammeln, von welchen der nördliche, im Überlinger Seebecken durch mächtige Moränenwälle am Abfliessen gehindert, höher anschwoll als der südliche im Unterseebecken. Die Uferbildungen am Überlinger See (in 45 *m* Höhe) liegen also über dem Maximalstande des gemeinsamen Bodensees. Die höchstgelegenen Uferbildungen am Untersee liegen in 24 *m* Höhe über dem Seespiegel. Das Niveau von rund 30 *m* ist am wahrscheinlichsten als Maximalniveau eines einheitlichen Bodensees zu bezeichnen. Dies findet auch Bestätigung in einer theoretischen Betrachtung des Verf. über die Abflussmöglichkeiten des Sees.

**Die Seen des Tatragebirges** behandelte Dr. K. Grissinger [1]). Als Grenze der Tatragruppe betrachtet er die Flüsse Hutianski, Bela und Javorinka. Das Vorkommen von Seen in der Tatragruppe ist wie in den Pyrenäen und Ostalpen auf den Granit, also auf das Urgestein beschränkt; in den Belaer Kalkalpen fehlen sie vollständig. Für die beiden anderen Gebirgsabschnitte verzeichnet die von dem k. und k. militär-geographischen Institute in Wien herausgegebene Spezialkarte der Zentralkarpathen (1 : 75000) nicht weniger als 120 Seen, von denen 107 auf die Hohe Tatra, 13 auf die Liptauer Alpen entfallen. Es zeichnet sich also die Hohe Tatra durch besonderen Seenreichtum aus. Namentlich diese letzteren Seen finden in bezug auf Reinheit und Farbenpracht des Wassers selten ihresgleichen. In sinniger Weise nennt der Volksmund die Seen der

[1]) Studien zur phys. Geographie der Tatragruppe. Bericht über das 18. Vereinsjahr, erstattet vom Vereine der Geographen an der Universität Wien 1893.

Tatragruppe „Meeraugen“, dem Meere entstammend denkt sich das Volk dieselben und wähnt, dass ihre Tiefe eine ungeheuere sei.

Die Höhenlage der Seen bewegt sich zwischen 1100 und 2200 *m* über dem Meere. Die meisten Seen (37) liegen zwischen 1600 und 1700 *m*, also in der Mitte der 1100 *m* breiten Seenzone. Ein sekundäres Maximum (20) treffen wir in einer Höhe von 2000 bis 2100 *m*, also in einem um 400 *m* höher gelegenen Niveau. Auf das Höhenintervall von 1600—2100 *m* entfallen nicht weniger als 97 Seen, d. i. 80% sämtlicher Seen des Gebietes. Es ist diese Höhenstufe von 500 *m* Breite ein „seenreicher vertikaler Gürtel“, wie solche Dr. A. v. Böhm für die Hochseen der Ostalpen nachgewiesen hat; aber unsere seenreiche Zone reicht tiefer herab, als in den Gebirgsgruppen der Alpen mit gleicher mittlerer Kammhöhe, wie unsere Gruppe, was wohl durch die höhere geographische Breite des letzteren Gebietes zu erklären ist. Innerhalb der Gruppe ergeben sich einige Schwankungen in der Höhenlage der seenreichsten Zone. Dieselbe erstreckt sich bei den Liptauer Alpen von 1600—1900 *m*, während sie in der Hohen Tatra von 1600—2100 *m* reicht. Es richtet sich demnach auch in der Tatragruppe, wie bei den Hochseen der Ostalpen, die Höhenlage der seenreichen Zone nach der mittleren Kammhöhe der Gebirge.

Stellt man die Seen nach ihrer Lage auf der Nord- oder Südabdachung des Gebirges zusammen, so findet man, dass in den Liptauer Alpen die Verteilung der Seen beiderseits eine nahezu gleiche ist, während in der Hohen Tatra 70% der Seen dieses Gebietes auf der Südabdachung liegen. Vergleicht man die Verteilung der konstanten Schneeflecken in der Hohen Tatra mit der vertikalen Verteilung der Seen daselbst, so findet man, dass die schneereichste Höhenstufe auf der Südabdachung gleich den Seen in einem höheren Niveau liegt als auf der Nordabdachung, dass somit mit den seenreichsten Zonen auch die schneereichsten Gebiete steigen und fallen.

Ihrer Entstehung nach sind die meisten Seen der Hohen Tatra (mehr als $^3/_4$) auf Gletscherwirkung zurückzuführende echte Felsbeckenseen, wie sie die Pyrenäen, die Alpen, die skandinavischen Gebirge, die Mittelgebirge Deutschlands, überhaupt alle Gebirge aufweisen, die entweder noch gegenwärtig Gletscher bergen oder einstmals vergletschert waren. Bei mehreren Seen wird die Seeschwelle durch eine alte Moräne gebildet, sie sind also Moränenseen. Hierher gehören auf der Nordseite der Fischsee, der Smreczynsee und die 3 Toporowyseen im Sucha Wodathale; auf der Südseite der Grüne See im Weisswasserthale, der Felkasee, der Poppersee und Csorbersee. Durch Schutthalden abgedämmte Seen scheinen in der Tatra nicht vorzukommen.

Temperaturmessungen hat Dr. Grissinger nur in folgenden 4 Seen vorgenommen: Fischsee, Csorbersee, Poppersee und Eissee im Grossen Kohlbachthale. Vergleicht man den Fischsee (1384 *m*) auf der Nordabdachung und den Csorbersee (1351 *m*) auf der Süd-

abdachung, welche fast im gleichen Niveau liegen, miteinander, so tritt recht augenfällig der Unterschied der ungleichen Exposition in der Temperaturabnahme mit der Tiefe hervor. Der Csorbersee ist in den oberen Schichten bedeutend wärmer als der Fischsee, und selbst in der Tiefe von 20 *m* zeigt sich noch ein geringer Unterschied zwischen beiden (5.5° und 5.9° C.). Ungleich rascher aber vollzieht sich im Csorbersee die Abkühlung mit der Tiefe, als im Fischsee. Der Poppersee (1503 *m*) auf der Südabdachung ist, obwohl höher gelegen als der Fischsee, noch in einer Tiefe von 3 *m* wärmer als letzterer. Der Eissee (ca. 2100 *m*) im Grossen Kohlbachthale, ebenfalls auf der Südabdachung, zeigt schon sehr niedrige Temperaturen (am 13. September 1886, $4^h$ nachmittags, an der Oberfläche 8° C., am Grunde in 3.5 *m* Tiefe 6.9° C.) und eine sehr rasche Abnahme derselben bis auf den Grund. In strengen Wintern dürfte derselbe wohl bis auf den Grund zufrieren, da er sehr seicht und rings von steilen Felswänden eingefasst ist[1]).

**Die Temperaturverhältnisse der baltischen Seen** schilderte Dr. W. Ule auf dem 10. deutschen Geographentage in Stuttgart. Die Messungen, welche er im Auftrage der Zentralkommission für deutsche Landeskunde in zahlreichen Seen Ostholsteins und Ostpreussens unlängst ausgeführt hat, haben ergeben, dass die Wärmeverhältnisse derselben von den an Alpenseen, besonders von E. Richter am Wörthersee in Krain gemachten und auf dem Wiener Geographentage mitgeteilten Beobachtungen wesentlich abweichen. Die baltischen Seen besitzen namentlich ausserordentlich warmes Wasser in den tieferen Regionen, wahrscheinlich infolge starker Grundwasserspeisung. Die hohen Temperaturen auf die geringe Tiefe der norddeutschen Seen zurückzuführen, geht nicht an; denn dieselben sind weit tiefer, als die direkte Sonnenwirkung reicht. Letztere ist hier überhaupt gering, wie die unerhebliche tägliche Amplitude der Wassertemperatur an der Oberfläche darthut, doch ist auch hier eine allmähliche Erwärmung des Wassers durch die Sonne vorhanden; es zeigt sich die von E. Richter zuerst beobachtete sogenannte „Sprungschicht“. Diese liegt aber hier durchweg tiefer. Auf ihre Lage und Form übt wahrscheinlich auch der Wind Einfluss aus; denn nach stürmischen Tagen zeigte sich eine Veränderung der thermischen Verhältnisse. Überhaupt ist diejenige Schicht des Wassers, innerhalb welcher die Temperatur sprungweise sich ändert, keine festliegende, sondern bewegt sich fortwährend auf und ab.

**Temperaturumkehr und Wasserzusammensetzung im See de la Girotte in Savoyen.** Dieser See ist 1892 von A. Delebecque untersucht worden. Seine Länge beträgt 1300 *m*, die Breite variiert zwischen 400 und 500 *m*, und die grösste Tiefe erreicht 99.4 *m*. Er liegt in 1736 *m* Meereshöhe. Seine Temperatur während der warmen Jahreszeit nimmt nicht, wie bei den übrigen Alpenseen, bis zum

[1]) Deutsche Rundschau f. Geographie u. Statistik **16.** p. 35.

Boden ab, sondern die Abnahme reicht nur bis 25 *m*, wo die Temperatur ein Minimum von 4°—5° erreicht, um dann bis zum Boden auf 7° zu steigen. Diese Temperaturumkehr findet sich an der ganzen Ausdehnung des Sees, dessen Boden vollkommen regelmässig, teils kieselig, teils schlammig ist. Gleichwohl nimmt die Dichte des Wassers regelmässig von oben nach unten zu; denn im Gegensatze zu den anderen Seen ist die chemische Zusammensetzung des Seewassers an der Oberfläche sehr verschieden von der in der Tiefe: Das Wasser der Oberfläche enthält 0.068 *g* feste Rückstände im Liter, während das des Bodens 0.52 *g* ergiebt (eine für einen Alpensee sehr hohe Zahl), und zwar 0.035 *g* schweflige Säure, 0.171 *g* Schwefelsäureanhydrid, 0.136 *g* Calciumoxyd und 0.059 *g* Manganoxyd; ausserdem enthält das Bodenwasser eine beträchtliche Menge Schwefelwasserstoff, den man über 25 *m* Tiefe nicht findet. Ein ähnliches Vorkommen ist am Schwarzen Meere beobachtet worden; während aber hier der Schwefelwasserstoff auf Zersetzung organischer Substanzen zurückgeführt wurde, ist Delebecque der Meinung, dass im See de la Girotte die Quelle des Schwefelwasserstoffes in der Einwirkung von warmem Wasser auf schwefelkiesige Gesteine zu suchen sei [1]).

**Die Entstehung der Lapisinischen Seen** ist von K. Futterer nachgewiesen worden [2]). Er bezeichnet mit diesem Namen nach dem Vorgange von Catullo zwei bei Belluno in den Venetianischen Alpen gelegene kleine Seen (den Lago di Santa Croce und Lago Morto). Beide Seen liegen auf Einbruchfeldern in einem durch zahlreiche Verwerfungen zerstückelten Bruchfelde. Die Seen sollen 800—900 *m* tief sein, ihre teilweise flachen Ufer werden durch Flussalluvionen und Schutt von Bergstürzen gebildet. Eine Wirkung des Eises ist nirgends zu bemerken, auch ist es nicht wahrscheinlich, dass die Seen in ihrer heutigen Form schon vor der Eiszeit bestanden und durch das Eis vor Auffüllung mit Schutt bewahrt wurden. Die Seen sind aller Wahrscheinlichkeit nach sehr junge Erscheinungen.

## 12. Gletscher und Glazialphysik.

**Die Gletscherkornbildung** ist bisher als eine Eigentümlichkeit des Gletschereises betrachtet worden. R. Emden hat nun hierüber Untersuchungen angestellt [3]), aus denen hervorgeht, dass die physikalischen Unterschiede zwischen dem Eise der Gletscher und den anderen Modalitäten, in welchen erstarrtes Wasser erscheint, keine so tiefgehenden sind, wie man gemeiniglich annimmt. Die Kornbildung ist nach Emden eine Eigenschaft des Eises an sich und durchaus keine auszeichnende Besonderheit des Gletschereises. Im

---

1) Compt. rend. 1893. **116.** p. 700.
2) Zeitschrift d. deutsch. geolog. Gesellsch. 1891. **44.** p. 123.
3) Mitteil. d. k. k. Geogr. Gesellsch in Wien 1893. **36.** p. 897.

Anschlusse an Forel wird gezeigt, dass experimentell in stark abgekühltem Schnee ein Umlagerungsprozess der Moleküle zuwege gebracht werden kann, welcher wirkliche Körner erzeugt — Körner, welche sowohl die Tyndall'schen Schmelzfiguren, als auch die Forel'schen Streifen erkennen lassen und eine vollständige Analogie mit den Molekülen der Gletschermasse bethätigen. Auch die Eisprismen, aus welchen sich die an der Oberfläche eines ruhenden Wassers gebildete Decke zusammensetzt, besitzen ganz die optischen Eigenschaften echter Gletscherkörner, gleiches gilt für das Agglomerat von Körnchen, in welches sich künstliches Eis im Laufe der Zeit umlagert, und endlich hat Emden auch bei den Eiszapfen eine deutlich entwickelte Konstruktur nachweisen können.

Zwischen Firn und Gletschereis erblickt man den wesentlichen Gegensatz darin, dass die Firnkörner nicht direkt aneinander liegen, sondern durch ein zementartiges Bindemittel zusammengehalten werden. Den Übergang vom Firn- zum Gletscherkorne denkt sich Emden, ähnlich wie dies früher schon Hugi und L. Agassiz thaten, in der Weise vollzogen, dass jener Eiszement, je mehr man von der eigentlichen Firnmulde sich entfernt, mehr und mehr zurücktritt, bis mit seinem gänzlichen Verschwinden die Metamorphose ihren Abschluss erreicht hat. Auch hier würde durch diese neue Auffassung also erhellen, dass eine grundsätzliche Verschiedenheit zwischen den Firn- und Gletscherkörnern nicht besteht, sondern lediglich eine gestaltliche. Emden fasst die Resultate seiner von der glazialen Physik jedenfalls wohl zu beachtenden Studien in nachstehender These zusammen: „Die Gletscherkornbildung ist keine Eigentümlichkeit des Gletschereises, sondern eine durch einen molekularen Umkristallisationsprozess erklärbare Eigenschaft eines jeden Eises und hat daher mit dem Gletscher als solchem nichts zu thun, und die Bewegung des Gletschers kann ohne dieselbe zu stande kommen. Gletscherkornbildung und Gletscher haben keine wesentliche wechselseitige Beziehung [1].“

**Das Schmelzen des Gletschereises** im Inneren und an der unteren Fläche ist von Schiotz studiert worden [2]. Als Ursache dieses Schmelzens hat man anzusehen: die innere Erdwärme, die Reibungswärme, welche bei der Bewegung entsteht, und den Druck im Inneren. Die Temperatur im Inneren einer ausgedehnten Gletschermasse hängt ab von den Temperaturschwankungen an der Oberfläche und von der Wärmezufuhr aus dem Erdinneren, wobei jedoch das Eis niemals über $0^0$ erwärmt werden kann. Die Temperaturschwankungen der Luft pflanzen sich mit abnehmender Amplitude bis zu einer bestimmten Tiefe fort, in welcher eine konstante Tempe-

[1]) Ausland, aus „Über das Gletscherkorn“. Von der Schweizer. Naturforsch. Gesellsch. mit dem Preise der Schläflistiftung gekrönte Schrift von Dr. Robert Emden. Zürich 1892.

[2]) Christiania Videnskabs-Selskabs Forhandlinger 1891. Nr. 6.

ratur herrscht, die der Mitteltemperatur des Ortes gleich ist. Da aber das Eis, auch wenn die Sommertemperatur der Luft weit über 0° steigt, niemals wärmer als 0° werden kann, so muss die konstante Temperatur niedriger sein als die Mitteltemperatur des Ortes. Die Tiefe, in welcher diese invariable Temperatur liegen wird, hängt von der Wärmeleitungsfähigkeit des Eises ab und berechnet sich aus den für letztere vorliegenden Angaben auf etwa 20 *m*. Von dieser Tiefe an muss die Temperatur abwärts wegen der aus dem Erdinneren zuströmenden Wärme gleichmässig steigen. Da aber am Grunde keine höhere Temperatur im Eise angenommen werden kann, als sein dem herrschenden Drucke entsprechender Schmelzpunkt, so hat man für die Diskussion 2 Fälle zu unterscheiden: 1. Das Eis ist nicht mächtiger, als dass alle der Erde entströmende Wärme fortgeführt wird. 2. Die Mächtigkeit des Eises ist so gross, dass ein Teil der Wärme zum Schmelzen am Grunde verbraucht wird. Im ersten Falle ist die durch 1 *qm* Erdoberfläche austretende, von der Wärmeleitungsfähigkeit der Erdschichten und von der geothermischen Tiefenstufe abhängige Wärmemenge gleich der durch 1 *qm* Eis fortgeführten Wärme. Um die Dicke der Eisschicht für diesen Fall auszumitteln, muss man ausser der Mitteltemperatur des Ortes die geothermische Tiefenstufe im Eise oder die Tiefe für die Zunahme um 1° C. kennen; dieselbe kann unter der Annahme, dass die Wärmeleitungsfähigkeit des Eises in der ganzen Schicht die gleiche und die oben angegebene ist, nicht grösser sein als 26 *m*. Daraus berechnet sich z. B. für den Teil des Binneneises Grönlands, den Nansen durchzogen, aus den Mitteltemperaturen die Dicke der Eisschicht, welche alle zuströmende Erdwärme fortführt, im Inneren des Landes zu 560 *m* und unterhalb der Schneegrenze zu 280 *m*.

Wenn die Eisschicht eine grössere Mächtigkeit hat, wird die Temperaturzunahme in ihrem Inneren von der Dicke des Eises abhängen. Die Differenz der Wärmemenge, welche von unten in das Eis einströmt, und derjenigen, welche von der Eissäule fortgeführt wird, wird zum Abschmelzen an der unteren Gletscherfläche verbraucht. Die gesamte, jedem Quadratmeter Erdoberfläche im Laufe eines Jahres entströmende Wärmemenge beträgt nun unter den vom Verf. eingeführten Annahmen 603 Kalorien, welche, bei der Schmelzwärme des Eises von 80 Kalorien, im ganzen 7.54 *kg* Eis, oder pro Quadratmeter Fläche eine Schicht von 8.33 *mm* wegschmelzen würde. Von dieser Wärme muss man diejenige noch abziehen, welche stetig fortgeführt wird. Wenn die Eisschicht eine Mächtigkeit von 2000 *m* hat, wird so viel fortgeführt, dass jährlich nur eine Eisschicht von 7.22 *mm* Dicke weggeschmolzen wird, eine im Vergleiche zu dem jährlichen Zuwachse durch die Niederschläge nur unbedeutende Grösse.

Schwieriger zu berechnen ist die Reibungswärme, welche während der Bewegung der Eismassen erzeugt und gleichfalls als Quelle zur Verringerung der Dicke der Eisschicht in einem Binneneise an-

geführt wird. Um eine obere Grenze für diese Wärme zu finden, nimmt Verf. an, dass die Reibung nur durch die Arbeit der Schwerkraft erzeugt wird. Unter der Annahme stationärer Zustände ist die Oberfläche des Binneneises trotz der Niederschläge am Ende des Jahres in derselben Meereshöhe, wie am Anfange desselben; die Arbeit der Schwerkraft besteht dann darin, die ursprüngliche Oberfläche um so viel sinken zu lassen, als dem jährlichen Zuwachse gleich ist. Diese Arbeit entspricht bei einer Höhe der Eisoberfläche von 1000 p. über dem Meere und einem jährlichen Zuwachse von h *mm* einer Wärme von 2.155 p. h Kal., welche ungefähr 0.03 p. h *kg* Eis schmelzen könnte, oder 3 p. % des jährlichen Zuwachses. Dabei ist indessen zu beachten, dass selbst, wenn alle Arbeit der Schwere in Wärme umgewandelt wird, nicht die ganze Reibungswärme zum Schmelzen des Eises verwendet werden könnte, vielmehr ein Teil derselben vom Eise fortgeführt wird. Noch unbedeutender als die Reibungswärme sind die Wärmemengen, welche durch den im Inneren des Eises herrschenden Druck erzeugt und zum Schmelzen des Eises verfügbar gemacht werden. Ist die Dicke der Eismasse im Mittel 1000 *m*, der Druck auf den Boden pro Quadratmeter also 900 000 *kg* oder 87 Atmosphären, so beträgt die durch Kompression des Eises erzeugte Wärme 0.095 Kal. und die durch die Kompression der eingeschlossenen Luft erzeugte 0.051 Kal.; im ganzen würden somit nur 0.146 Kal. Wärme erzeugt, welche 0.0018 *kg* oder 0.2 % des komprimierten Eises schmelzen könnte. Die Reibungswärme und die durch den Druck veranlasste zusammengenommen, würden bei einem Zuwachse von 1 *m* Eis im Jahre die Temperatur des Eises nicht um 0.005° C. erhöhen können.

Der wesentlichste Faktor, um das Wachsen der Eisdecke zu verhindern, ist also die Sonnenwärme. Unterhalb der Schneelinie bewirkt sie, dass das Eis an der Oberfläche nach und nach wegschmilzt. Das dabei entstandene Schmelzwasser rinnt zum Teile längs der Oberfläche ab; der grösste Teil aber fliesst hinab zum Untergrunde durch die Spalten, welche reichlich das Eis unterhalb der Schneelinie durchziehen, indem es unterwegs etwas Wärme an das kalte Eis im Inneren abgiebt. Im Laufe des Sommers wird auf diese Weise auf dem Binneneise Grönlands so viel Wasser dem Untergrunde zugeführt, dass die Gletscherbäche das ganze Jahr hindurch, ja sogar mitten im strengsten Winter Wasser führen. Das Wasser, das auf dem Boden des Eises angelangt ist, wird nämlich nicht frieren, selbst mitten im Winter, weil das Eis an den meisten Stellen so dick ist, dass die Temperatur unten nicht niedriger ist als der Schmelzpunkt.

**Zurückweichen des Pasterzengletschers.** Nach F. Seeland[1]) betrug das Zurückweichen des unteren Gletschers 1890—91 im ganzen 6.5 *m*, dasjenige des oberen Gletschers 3.5 *m*. Die gesamte Zurückweichung seit Herbst 1878 beträgt 69.46 *m*.

[1]) Zeitschr. d. Deutsch. u. Osterr. Alpenvereins 1892. **23.** p. 426 u. f

**Moränen und Gletscher der chilenischen Kordillere.** A. Noguès hat die Moränen und Gletscher der Kordillere von Chillan in Chile untersucht[1]). Er kommt zu dem Ergebnisse, dass die Gletscher in einer Zeit vor der Eruption der Vulkane von Chillan auf der Kordillere existierten, und dass ihre Mächtigkeit grösser war, als die der heutigen Gletscher. Das zeigten ihm zweierlei Arten von Moränen aus zwei bestimmt verschiedenen Epochen: 1. Moränen aus der Vorzeit der Bildung oder der Eruption der noch thätigen Vulkane, wahrscheinlich der tertiären Zeit angehörig. 2. Moränen aus der Nachzeit dieser Vulkane, darum auch gebildet aus dem Schutte der von letzteren ausgespienen Gesteine und Laven. Pissis äussert in seiner „Geografica fisica de la Republica de Chile“ in zweifelnder Form die Meinung, dass am Ende der tertiären Periode ein grosser Umsturz eingetreten sei, und zwar durch das Schmelzen der Gletscher mittels der Wärme vulkanischer Eruptionen, welche über das ganze grosse Längsthal von Chile verbreitet waren und so enorme Massen von Schutt über dasselbe sich ausbreiten liessen. Die Beobachtungen des Verfassers bestätigen diese Ansicht von Pissis. In dem Engthale des Renegado, selbst an den Thermen von Chillan unterhalb der Gletscher zeigen sich Moränen, welche von gegenwärtigen Gletschern gebildet sind. Das Badehotel ist auf einer dieser Moränen erbaut, als deren bestimmtes Gepräge Laven, Schutt von neueren vulkanischen Gesteinen und Sand als Produkt der vulkanischen Aschen (Trumao) auftreten. Der Schub der Laven ist in dem Thale stark vorwärts gerichtet, während jener der neueren Moräne weit dahinter zurückbleibt. In den Umgebungen der Thermen, nur etwas tiefer, findet sich auf dem linken Ufer des Gletscherflusses eine mächtige alte Moräne aus Kieseln und nicht gerollten kantigen Blöcken von grossem Umfange, deren Thone oder Schlamm erhärtet sind und so den Schutt verkittet haben. Im Verhältnisse zu der gegenwärtigen Orographie der Region befindet sich diese Moräne in einer anormalen Lage. Ein Teil der Kordillere ist weggerissen und verschwunden. Das war eine Endmoräne nach dem Verhältnisse dieser weggerissenen Partie. Krater sind durchgebrochen und haben ihre Wände emporgerichtet; da, wo Fumarolen sich erheben, zeigen sich nun alle Merkmale eines degradierten und niedergerissenen Kraters. Diese alte Moräne charakterisiert sich durch die Abwesenheit von Laven und ausgeworfenen vulkanischen Gesteinen. Ihre Bestandteile unterscheiden sich von jenen der neuen Moräne, und Verfasser fand überdies einen Schutt von Gesteinen vor, welche sich nicht in ihrer Umgebung zeigen. Endlich ihre Lage, ihre Zusammensetzung stellen sie in eine Zeit zurück, wo die Vulkane von Chillan noch nicht ihre Laven und Schlacken ausgeworfen hatten. Es giebt also ältere Moränen, welche vor der Bildung der Vulkane der Kordillere von Chillan vorhanden waren, und es gab Gletscher auf derselben Kor-

[1]) Actes de la Société scientifique du Chili 1892.

dillere vor der Bildung und Thätigkeit der Vulkane. Es bleibt nur noch zu untersuchen, ob, wie es wahrscheinlich, das Erscheinen alter Gletscherspuren ein allgemeineres in den südlichen Kordilleren ist. — Wir können nur noch hinzusetzen, dass nach den Mitteilungen des Verfassers selbst die ganze Umgebung der fraglichen Region zwar eine recht wilde ist, aber doch einen Geist der Beschaulichkeit in sich trägt. Ein feiner schwarzer Staub aus vulkanischer Asche dringt überall ein, reizt zum Husten, bedeckt die Kleider und nistet sich darin fest. Die kleine Gruppe der Vulkane von Chillan besteht aus zwei grossen Kegeln, dem Nevado, dem Volcan viejo und einem kleineren im Osten. Diese Spitzen der Kordillere von Chillan haben keine grosse Höhe: der Nevado steigt bis auf 2904 *m*, der Volcan viejo ist niedriger. Die Gletscher umringen diese Vulkane und zeigen sich auf allen Höhen der Kordillere. Auf dem südlicher gelegenen Vulkane von Antuco findet man sie in einer Höhe von 2184 *m*, während sie im Angesichte der Halbinsel von Tres-Montes unter 46° südlicher Breite und in der Magelhaensstrasse fast bis zum Meeresspiegel herabsteigen [1]).

**Eigentümliche Eisbildungen in Argentinien.** Die abenteuerlichen Formen, in welchen sich stellenweise in den südlichen Teilen der Kordilleren das Gletscherphänomen ausprägt, sind zuerst von Ch. Darwin bemerkt, später von Max Rae und Güssfeldt näher beschrieben worden und haben neuerdings die Aufmerksamkeit von L. Brackebusch auf sich gezogen, der sich auch mit der Entstehung dieser Gebilde — von den Neuspaniern als „Penitentes“ (Büsser) bezeichnet — eingehender beschäftigt hat. Es sind spitze, grossenteils über mannshohe Eispyramiden, die in wildem Durcheinander sich erheben und in ihrer äusseren Erscheinung einigermassen an die bekannten „Erdpyramiden“ Tirols gemahnen. Brackebusch fand dieselben niemals auf festem Gesteine, auch nicht auf thoniger Unterlage, wohl aber auf lockerem, durchlässigem Boden, vorwiegend auf vulkanischen Auswürflingen, wie sie in jenen Gegenden häufig die obere Bodendecke ausmachen. Die Fläche, auf der die Penitentes stehen, darf auch anscheinend keine abflusslose sein, indem in letzterem Falle zwar die gefrorene Masse eine gefurchte, karrenfeldähnliche Oberfläche erhalten, niemals aber einer so kolossalen Zerklüftung teilhaftig werden kann, wie man sie thatsächlich beobachtet; man begegnet den „Büsserfeldern“ bereits unterhalb der eigentlichen Schneegrenze, und ihr Stoff ist nicht als Schnee, sondern als ein Mittelglied zwischen diesem und eigentlichem Gletschereise zu betrachten. Brackebusch erblickt in diesen Eiszacken die Überreste eines voreinstigen wirklichen Gletschers, dessen Unterfläche durch eine Schuttansammlung vom Felsbette getrennt war. Jene kam infolge der steten Durchtränkung mit Schmelzwasser ins Rutschen; die

[1]) Natur 1893. p. 107.
[2]) Globus **63.** Nr. 1 und 2 und Ausland 1893. Nr. 14.

darüber lagernde Eismasse konnte dieser Bewegung nicht so rasch folgen und zerbarst. Nachdem einmal der Ferner zahlreichen Zerklüftungen ausgesetzt war, vermochte die an sich starke Insolation mit verstärkter Kraft einzugreifen, und so modellierte die Sonnenwärme die pittoresken Gestalten der Penitentes heraus, welche nach dieser Erklärung nicht als etwas Dauerndes, sondern als etwas ziemlich rasch Vergängliches aufzufassen sind. Der von Prof. S. Günther gegebenen Anregung, einen besonderen Gletschertypus für diese Eisformationen aufzustellen, schliesst sich Prof. Brackebusch an, und zwar schlägt er vor, denselben statt als Anden- vielmehr als argentinischen Typus in die physikalische Geographie einzuführen.

**Die tägliche Bewegung der Gletscher am Mount Cook auf Neuseeland** ist von Baker gemessen worden[1]). Der Hookergletscher an der Westseite des Mount Cook (7 engl. Meilen, über 11 *km*, lang und durchschnittlich eine halbe Meile, 0.8 *km*, breit) zeigte in der Mitte eine tägliche Bewegung von 39 *cm*, nahe den Rändern von ca. 25 *cm*; die durchschnittliche jährliche Bewegung ist 40 *m*.

Der Murchisongletscher zeigte eine mittlere tägliche Bewegung von 12.5 *cm* oder 45.5 *m* im Jahre.

Der Müllergletscher hatte eine durchschnittliche tägliche Bewegung von 17 *cm* oder 62 *m* pro Jahr.

Am grossen Tasmangletscher auf der Ostseite des Mount Cook (17.5 engl. Meilen, 28 *km*, lang und zwischen $1^1/_4$ und 2 Meilen, 2—3 *km*, breit) wurden von Baker 2 Steinreihen quer über den Gletscher gesetzt, die eine 5 Meilen (9 *km*) von seinem unteren Ende, die andere ca. $1^1/_4$ Meilen (2 *km*) weiter oberhalb.

Die untere Steinreihe gab zwischen dem 5. Dezember 1890 und dem 7. Januar 1891 eine tägliche Bewegung von 39.6 *cm* pro Tag (144 *m* im Jahre); die weiter oberhalb gesetzte Steinreihe weniger, 28.1 *cm* täglich (d. i. 104 *m* im Jahre).

Die Untersuchungen über die Gletscherbewegung werden fortgesetzt.

Baker bemerkt noch, dass nach der Karte von Julius Haast aus dem Jahre 1862 und seiner eigenen Aufnahme 1887 die Endzunge des Müllergletschers sich sehr merklich zurückgezogen hat; leider lässt sich das Mass dieses Rückganges nicht bestimmen, da die Aufnahme von 1862 in einem zu kleinen Massstabe gemacht worden ist.

**Die Gletscher Spitzbergens** hat Charles Rabot studiert[1]). Er fand die Gletscherentwickelung in den 5 Teilen dieser Inselgruppe nicht gleichmässig entwickelt. Nordostland ist mit einer kontinuierlichen Eisschicht bedeckt, wie sie von den skandinavischen Geologen

[1]) Report of the Third Meeting of the Australasian Association for the advance of sciences. Christchurch 1891.

[2]) Compt. rend. **117.** p. 72.

als „Inlandeis" bezeichnet wird und auf Grönland in so ausgedehntem Grade typisch entwickelt ist. Ganz anders ist das Bild von dem räumlich grössten Lande, von Westspitzbergen; hier beobachtet man drei grosse Gletschermassive, die durch eisfreie Zonen voneinander getrennt sind. Im Süden bis zur Breite von Belsund bedeckt das erste Massiv die Insel auf etwa 2 Drittel ihrer Breite. Im Nordwesten bildet die Halbinsel, welche durch die Wijdebai, den Eisfjord und das Nordmeer umschrieben ist, die 2. Gletscherzone, während die 3. Zone den ganzen Nordosten von Spitzbergen östlich von der Klaas Billen-Bai und der Sassenbai einnimmt.

In diesen verschiedenen Massiven ist das Gletscherphänomen verschieden ausgebildet; auf der Ostküste ist es bedeutend stärker entwickelt als auf der Westküste. Während im Nordosten aus der ungeheueren Eisfläche nur selten Felsenvorsprünge auftauchen, und hier der höchste Grad der Vergletscherung einer Alpenlandschaft vorliegt, zeigt die Nordwestgruppe, wenigstens in ihrem südlichen Teile, Ketten von Felsspitzen, welche die weiten, mit Gletschern erfüllten Thäler beherrschen. Das südliche Massiv hält zwischen diesen beiden Extremen etwa die Mitte. Im Inneren von Spitzbergen, von der Sassenbucht bis zur Agardtbucht und der Van Mijenbucht erstreckt sich ein weites Gebiet, in dem man nur einzelne wenig ausgedehnte Gletscher findet. Inmitten der grossen Gletschermassive der Insel findet sich eine Oase, bedeckt mit einer verhältnismässig reichen Vegetation und bevölkert von zahlreichen Rentierherden.

Wie die Alpengletscher erleiden auch die Gletscher Spitzbergens Längenänderungen, die man am schönsten an dem Gletscher der Recherchebai verfolgen kann. Für die Beurteilung derselben bietet die Hauptgrundlage die 1838 gezeichnete Karte der Recherchebucht, zu welcher Zeit der Gletscher sich hier in einer Periode sehr ausgesprochenen Wachsens befand. Dann zeigte er einen regelmässigen Rückgang, der zuerst 1873 von Nordenskiöld gemeldet wurde. 1890 befand sich die Stirn dieses Gletschers nach den Messungen von Björling etwa 2 *km* von dem Orte im Jahre 1838 entfernt, und im vorigen Jahre haben die Offiziere der „Manche" einen Rückgang um 300 *m* in den beiden letzten Jahren konstatiert. Aber während der Gletscher des Ostens zurückwich, zeigten andere ein Vorrücken. Im Winter 1860—61 füllte ein Eisstrom den Ankergrund der Van Mijenbucht aus. Zur selben Zeit war auch die Ginevrabucht von einem Gletscher eingenommen, und ein anderer Gletscher verband die Morsesinsel im Storfjord mit dem Festlande. Es scheinen somit im Jahre 1860 die Gletscher Spitzbergens ein Wachsen gezeigt zu haben in Übereinstimmung mit dem Vorrücken, das man in den Alpen vor etwa 40 Jahren beobachtet hat.

**Das Binneneis Grönlands.** Die Durchquerung Grönlands durch Dr. Nansen hat diesem Gelegenheit zu einer interessanten Studie über das Inlandeis Grönlands gegeben. Im Vereine mit H. Mohn hat derselbe die bezüglichen wissenschaftlichen Ergebnisse veröffent-

licht[1]). Hiernach zeigt die Oberfläche des Inlandeises eine regelmässige Wölbung von der einen zur anderen Küste Grönlands. Sie steigt vom Meere verhältnismässig steil auf, die Steigung nimmt aber allmählich ab, je weiter man sich von der Küste entfernt, so dass die Oberfläche des Eises infolge dessen die Gestalt eines Schildes hat, der von Süden nach Norden breiter und zugleich flacher wird. Sieht man von kleinen Unregelmässigkeiten, welche der Querschnitt darbietet, ab, so stellt sich die Eigentümlichkeit heraus, dass die Peripherie des Inlandeises in einem Schnitte senkrecht auf der Längsaxe sich einer mathematischen Kurve nähert. Dies entspricht vollkommen der Erwartung; denn das Inlandeis ist als eine ungeheuere plastische Masse aufzufassen von solcher Mächtigkeit, dass die Form seiner Oberfläche nur in sehr beschränktem Grade von der Form des Untergrundes abhängig sein kann. Eine plastische Masse, die sich auf ebener Unterlage ungehindert nach allen Seiten ausdehnen kann, nimmt mit der Zeit eine mathematisch gewölbte Form an, und die Oberfläche im Querschnitte gestaltet sich zu einer ellipsenähnlichen Kurve, die sich freilich fortwährend ändert, je länger die Masse liegt, und je flacher sie geworden. Wird hingegen ein regelmässig über die Oberfläche sich verbreitender Zuwachs beschaffen, und schneidet man anderseits eine entsprechende Menge von den Rändern ab, dann bleibt die Form der Masse konstant. Unregelmässigkeiten der Unterlage beeinflussen die Oberfläche der Masse je nach dem Grade der Mächtigkeit; dass das Inlandeis nur geringe Abweichungen von der mathematischen Gestalt aufweist, ist durch die Mächtigkeit der Eismasse bedingt. Das Profil der Route ist von Nansen einer eingehenden Ausmessung unterzogen worden, welche ergab, dass das Profil mit einem Kreisbogen zusammenfällt, dessen Radius 10382 *km* ist; die grösste Abweichung lag in der Nähe der Küsten, wo das Eis steiler abfällt.

Mit Rücksicht auf die Beschaffenheit der Oberfläche hat man die beiden Randzonen in der Nähe der beiden Küsten und den grossen mittleren Teil zu unterscheiden. Die ersteren zeigen namentlich an den konvexen Krümmungen zahlreiche Spalten und Klüfte und mehr oder weniger grosse Unebenheiten der Oberfläche; Bäche wurden auf der Oberfläche fast gar nicht angetroffen. Das Vorkommen von Spalten und Unebenheiten wechselte an den Randzonen, wie oft an Eisströmen und Schreitgletschern beobachtet worden. In dem ganzen mittleren Teile des Inlandeises wurden hingegen keine Spalten und beinahe keine Unebenheiten angetroffen, ebenso wenig Bäche oder Seen. Vom 30. August bis 19. September „war die Oberfläche glatt wie ein Spiegel, ohne andere Unebenheiten als die Spuren, die wir selbst hinterliessen“.

Überall war die Oberfläche mit Schnee bedeckt, an der Randzone mit grobkörnigem, im Inneren mit feinem; blaues Gletschereis

[1]) Petermann's Mitt. Ergänzungsheft Nr. 105.

war nirgends an der Oberfläche zu sehen, sondern nur in den Spalten der Randzonen. Der Schnee zeigte im Inneren einen sehr interessanten, schichtweisen Bau, der von den jährlichen Schneefällen herzuleiten ist. Staub oder Schmutz wurde im Inneren Grönlands auf der Oberfläche des Schnees nirgends gefunden; auch an der Ostküste fehlten sie; nur in der Nähe der Westküste wurde an mehreren Stellen Kryokonit gefunden, aber stets nur sehr geringe Mengen desselben. Nirgends, weder im ganzen Inneren Grönlands, noch in den Randzonen, mit Ausnahme der letzten kleinen Abdachung der Westküste, wurden auf der Oberfläche Steine (erratische Blöcke) oder Moränenschlamm gefunden. Die enormen Massen von losem Materiale, Kies, und Steinen, welche das grönländische Inlandeis mit sich schleppt, bilden eine Grundmoräne und werden zum grossen Teile von den unter dem Eise fliessenden Bächen fortgeführt.

Trotz dem stetigen jährlichen Zuwachse des Inlandeises durch die Schneemassen, scheint dasselbe nicht merkbar zu wachsen. Die Abschmelzung durch die Sonnenstrahlen an den Rändern und durch die Erdwärme an der Unterseite kann diesem Anwachsen nur in sehr geringem Grade entgegenwirken, sie ist zu unbedeutend; wirksamer ist die horizontale Bewegung, das Abfliessen der Eismasse, über deren Grösse jedoch vorläufig noch alle Daten fehlen. Ebenso fehlen Beobachtungen, welche einen direkten Schluss auf die Dicke des Inlandeises erlaubten. Nansen hält es für wahrscheinlich, dass der Untergrund des Inlandeises ein Bergland sei, welches grosse Ähnlichkeit mit Norwegen hat. Danach müsste man annehmen, dass die Dicke der Eisschicht, welche alle die Unebenheiten gleichmässig bedeckt, eine sehr verschiedene und stellenweise eine ganz bedeutende sein muss. Eine Berechnung der Eisdicke wäre nach Nansen möglich, wenn man durch Bohrungen im Eise feststellte, in welchem Verhältnisse die Temperatur von dem Punkte an, wo die Jahresschwankung aufhört, mit der Tiefe zunimmt; unter Berücksichtigung des Druckes hätte man dann die Tiefe zu ermitteln, in welcher das Eis geschmolzen ist[1]).

**Über die Eisbildung in den Polarmeeren** verbreitete sich eingehend Dr. Pechuel-Loesche in der Geographischen Gesellschaft für Thüringen[2]). Es finden sich 3 Hauptformen dieser Bildungsweise: 1. Gletschereis, 2. Flächeneis, 3. ins Meer geführtes Süsswassereis. Von letzterem, dessen Masse unbedeutend ist, sieht Dr. Pechuel-Loesche ab.

1. Genau in derselben Weise wie in den Hochgebirgen bilden sich auch in den Polargegenden schon in niederen Regionen Gletscher. Man nimmt an, dass ein grosser Teil, vielleicht ganz Grönland, von einem Eismantel überdeckt ist, also einem ungeheueren Gletscher gleicht. Dieses Eis ist nicht unbeweglich, alle seine kleinsten Teile

---

[1]) Naturwissenschaftl. Rundschau 1893. Nr. 10. p. 121.
[2]) Naturw. Wochenschrift von Potonié 1893. p. 188 u. ff

sind in fortwährender Bewegung, veranlasst durch Temperaturunterschiede, den Druck der höher liegenden Massen und durch die Schwere. So bewegt sich das Eis unaufhörlich abwärts mit sehr verschiedener Schnelligkeit (3—10, auch 20—25 *m* in 24 Stunden). In Grönland kommen Gletscher von 10—100 *km* Breite dutzendweise vor, ungeheuere Eismassen schieben sie zum Meere hinab. Da dieses Eis porös und mürbe ist, ist es leichter als Meerwasser (im Durchschnitte um $^1/_7$), es wird also, wenn es ins Meer dringt, schwimmen, doch hängt es so lange mit der Hauptmasse zusammen, bis der Auftrieb des Wassers gross genug wird, um ein Stück abzubrechen. Das abgebrochene Stück steigt empor und wälzt sich umher, bis es sein Gleichgewicht findet. Man nennt diesen ganzen Vorgang „kalben". Bei der ungeheueren Ausdehnung der Gletscher entstehen ununterbrochen Eisberge, oft tausende an einem Tage. Hauptgebiet der Eisberge ist das Meer westlich und östlich von Grönland, im Norden der Beringstrasse giebt es gar keine Eisberge, da das Meer dort zu flach ist, auch im nördlichen Archipel von Amerika kommen nur ganz kleine vor. Finden sie sich sonstwo, so sind sie durch Meeresströmungen oder Winde dahin geführt.

Der Eisberg wird selbstverständlich mancherlei Wandlungen seiner Gestalt erleiden. Manchmal zerstören ihn rasch die Temperaturdifferenzen im Eise selbst. Im Inneren herrscht zuweilen noch eine Kälte von 30$^0$, bei der er entstand, während aussen 0—5$^0$ herrschen, das erzeugt gewaltige Spannungen, die das Eis auseinandersprengen: der Berg „platzt". Es wirken ferner die Temperaturdifferenzen zwischen Tag und Nacht. Am Tage schmilzt durch Sonnenbestrahlung, warme Luft und Regen ein Teil des Eises, das Schmelzwasser sammelt sich in Höhlungen. Nachts gefriert es und sprengt Stücke des Berges ab. Werden die unteren Teile zu leicht, so sucht er wohl eine neue Lage: er „kippt um".

Die „Berge" sind gar nicht so gross, die meisten haben nur die Grösse von Häusern, sie sind zunächst formlose Klumpen, werden dann modelliert. Da sie nun $^1/_7$ leichter sind als Meereswasser, so nimmt man an, dass $^1/_7$ von ihnen über Wasser ragt, $^6/_7$ unter Wasser liegen, wobei es jedoch nur auf die Masse, nicht auf die Höhe ankommt. Die durchschnittliche Höhe der Eisberge über Wasser beträgt wohl 20—40 *m*, selten 50—80 *m*; 100 *m* kommen schwerlich vor. Alte Eisberge imponieren mehr durch ihre wunderbare Gestalt als durch Höhe.

Im südlichen Eismeere haben die Berge nicht so wunderbare Formen, da die Temperaturdifferenzen dort nicht so gross sind, die Berge daher nicht so schnell umgewandelt werden können. Sie bewahren hier länger ihre eigentliche Gestalt und treiben blockförmig im Meere umher. Diese Blöcke sind mehr nach der Seite als nach der Höhe ausgedehnt, solche von 70—80 *m* Höhe können etliche Quadratkilometer gross sein.

2. Das Flächeneis wirkt nicht durch bizarre Formen, sondern durch unabsehbare Ausdehnung. Wochenlang kann man an einem solchen Eisfelde entlang fahren. Der Seefahrer unterscheidet zwei Hauptformen des Flächeneises: a. das aus übereinandergetürmten Schollen bestehende Packeis, b. das Treibeis, dessen Schollen einzeln schwimmen. Im Treibeise kann man zur Not herumfahren, im Packeise muss man sich mittreiben lassen.

Das Flächeneis bildet sich auf dem Meere selbst, doch überzieht sich nicht das ganze arktische Meer gleichzeitig mit einer Eisfläche, sondern nur die gegen Winde, Strömungen und Seegang geschützten Teile gefrieren. Auch der Salzgehalt erschwert das Frieren, denn Salzwasser gefriert viel schwieriger als Süsswasser, nicht bei 0°, sondern erst bei $-2\frac{1}{2}$° C. (bei einem Salzgehalte von 3.5%). Zunächst überziehen sich die geschützten Buchten u. s. w. mit einer ganz dünnen Eisdecke, die sich sehr allmählich verdichtet, denn das Wasser muss seinen Salzgehalt immer erst an benachbarte Wasserteilchen abgeben, ehe es gefrieren kann. Selten überschreitet die Dicke des Eises 2 oder $2\frac{1}{2}$ *m*.

Zuweilen kommt es vor, dass, wenn die Kälte ganz allmählich eintritt, wenn die Luft ganz still, das Meer durch nichts bewegt ist, das Wasser sich unter den Gefrierpunkt abkühlt, ohne sich in Eis zu verwandeln. Es herrscht dann eine gewisse Spannung, aber ohne Eisbildung, bis dann infolge einer Erschütterung plötzliche Erstarrung eintritt. Es ist dann ganz unmöglich für die Wasserteilchen, ihr Salz nach unten abzugeben, sie müssen es behalten, oder vielmehr die Eiskristalle schliessen zwischen sich Wasserteilchen ein, welche ihr Salz noch zu dem eigenen hinzubekommen haben und nun um so schwerer gefrieren. Dieser Vorgang setzt sich fort, bis schliesslich das Wasser so salzig wird, dass es überhaupt nicht mehr gefriert. Die Verdunstung muss dann hinzutreten, das Salz blüht an der Oberfläche aus, an der man es dann wohl händeweise sammeln kann. Weil dieses so rasch gebildete Eis zwischen sich Wasserteilchen einschliesst, ist es biegsam und beweglich, es krümmt sich mit dem Wellengange, mit einem Stocke kann man durch dieses „Filzeis" hindurchstossen, den Menschen jedoch trägt es, wenn er auch Fusstapfen darin zurücklässt. Erst wenn der Rest des Wassers verdunstet ist, wird auch dieses Eis spröde und hart und unterscheidet sich dann nur durch seinen grossen Salzgehalt von anderem Eise.

Das Eis bleibt nicht ruhig liegen. Strömungen, Winde und schon in Bewegung befindliche Eisfelder suchen die Decke zu zerstören, sie wird gesprengt, die Teile werden über- und untereinandergeschoben, es entstehen Wälle und Hügel von beweglichen Schollen, die dann oft wieder vollständig fest verkittet werden: das Packeis. Wie dick dieses Eis werden kann, lässt sich schwer bestimmen, denn wie es oben bald flach und glatt, bald hoch aufgetürmt ist, so auch unten; es ist möglich, dass es zuweilen 20—50 *m* unter Wasser reicht.

Kein Teil des Polarmeeres ist dagegen gesichert, dass seine Eisdecke zersprengt wird und sich ablöst. Fortwährend ist das Eis in Bewegung, es „arbeitet“. Liegt ein Schiff im Eise, so hört man auf demselben die ununterbrochenen Bewegungen des Eises, hervorgerufen durch Temperaturdifferenzen, eingeklemmte Schollen, Verschiedenheit des Druckes u. s. w. Zu diesen kleinen Bewegungen kommen grössere: Spaltbildungen, deren Breite einen Fuss, aber auch mehrere Kilometer betragen kann. Die Hauptbewegung tritt ein durch Druck der Winde und Strömungen und durch die Eismassen, die schon Winden und Strömungen gehorchen. Der Wind hat vielleicht den grössten Einfluss, denn auch das schwerste Packeis schwimmt oft gegen eine Strömung, wenn der Wind stark genug ist. Zusammenstösse kommen vor, weil oft ein Eisfeld noch in Bewegung bleibt, nachdem der Wind aufgehört hat, oder wenn ein Eisfeld mit grossem Tiefgange einer Strömung, ein anderes dem Winde gehorcht. Es tritt dann gegenseitige Zertrümmerung ein, nicht durch den ersten Zusammenstoss, sondern durch die Drehung, in der sich die Eisfelder befinden. Denn das Eis schwimmt nicht einfach in der Richtung des Windes, sondern wegen der vielen Unebenheiten bewegt sich die eine Seite viel schneller als die andere, und es entsteht eine drehende Bewegung. Dreht sich nun das andere Eisfeld vielleicht in entgegengesetzter Richtung, so zermalmen sie sich gegenseitig zu lauter einzelnen Schollen: Treibeis. Schiffe, die etwa dazwischen gefangen werden, sind meist rettungslos verloren[1]).

## 13. Die Lufthülle im allgemeinen.

**Der Kohlensäuregehalt der Atmosphäre** ist von G. Puchner untersucht worden[2]), und zwar regelmässig während längerer Zeiträume und an verschiedenen Punkten in München und ausserhalb der Stadt. Die Luft über und in der Stadt war bei Tag und Nacht in der kalten Jahreszeit beträchtlich reicher an Kohlensäure als in der warmen. Tag und Nacht finden verschiedene Schwankungen statt, die nicht überraschen können, da für die Örtlichkeit die Ausatmung der auf engem Raume zusammenwohnenden Menschen und die Raucherzeugung in betracht kommt. Deutlichen Einfluss auf den Kohlensäuregehalt der Luft hat nur die Raucherzeugung. Der Kohlensäuregehalt der Freilandluft wurde 1 *cm*, 2 *m* und 10 *m* hoch über dem Boden ermittelt und schwankte in allen Höhenlagen fortwährend und beträchtlich. Die Kohlensäure nimmt bei Nacht bald zu, bald ab im Vergleiche zum vorangegangenen Tage. Der Kohlensäuregehalt der Waldluft wurde ebenfalls in verschiedenen Höhen ermittelt und zeigte grosse Unregelmässigkeiten, weil er von den verschiedensten Faktoren abhängig ist. Im allgemeinen wurde die Waldluft kohlensäurereicher als die Luft im Freien gefunden.

[1]) Vergl. auch p. 202.
[2]) Forsch. auf d. Geb. d. Agrikulturphysik **15.** p. 296.

Der Kohlensäuregehalt der Luft über stehenden und fliessenden Gewässern zeigte je nachdem verschiedene Schwankungen. Aus allen Untersuchungen des Verf. geht unzweideutig hervor, dass die meisten Ergebnisse (1527 Bestimmungen unter 1741) auf einen zwischen 2.0 — 5.5 Volumteilen, im Mittel bei 3.67 Volumteilen liegenden Kohlensäuregehalt in 10000 Volumteilen der Atmosphäre hinweisen, dass mithin die Annahme weit geringerer Schwankungen der Kohlensäure in der Luft nicht stichhaltig ist[1]).

**Die Absorption des Lichts in der Erdatmosphäre** ist von G. Müller auf dem Gipfel des Säntis in 2504 *m* Höhe studiert worden[2]), nachdem derselbe vorher ähnliche Beobachtungen in Potsdam angestellt hatte. Es wurden auf dem Säntis an 13 Sternen 1. bis 4. Grösse photometrische Messungen in den verschiedensten Zenithdistanzen ausgeführt, aus denen dann eine Kurve der Lichtschwächung mit zunehmender Zenithdistanz abgeleitet wurde. Die Gesamtergebnisse fasst der Beobachter in folgende Sätze zusammen:

1. Die photometrischen Messungen auf einer 2500 *m* über dem Meere gelegenen Station, welche sich über einen Zeitraum von 2 Monaten erstrecken, zeigen, dass der Verlauf der Extinktionskurve in den höheren Schichten der Atmosphäre vom Zenith bis in die unmittelbare Nähe des Horizonts sich mit befriedigender Genauigkeit durch die Laplace'sche Extinktionstheorie darstellen lässt. Unter Anwendung einer aus sämtlichen 388 Messungen berechneten Extinktionstabelle ergiebt sich der wahrscheinliche Fehler einer einzelnen Beobachtung zu $\pm$ 0.079 Grössenklassen, ein Betrag, der nicht unerheblich kleiner ist als der entsprechende für die Potsdamer Extinktionsbeobachtungen.

2. Die Vergleichung der für die einzelnen Beobachtungstage gesondert berechneten Extinktionskurven lässt erhebliche Unterschiede erkennen, die in der Nähe des Horizontes bis zu 0.4 Grössenklassen und darüber anwachsen. Ein ungefährer Zusammenhang mit den meteorologischen Verhältnissen spricht sich in der Weise aus, dass bei anhaltend hohem Barometerstande und trockener Luft, zumal wenn dieser Zustand sich auf ein grösseres, umliegendes Gebiet erstreckt, die Extinktion am kleinsten ist, während sie im allgemeinen an vereinzelten klaren Tagen bei niedrigem Barometerstande und feuchter Luft am grössten zu sein scheint.

3. Die Gegenüberstellung der für den Säntis und für Potsdam gefundenen Extinktionstabellen zeigt die Überlegenheit der höheren Station in bezug auf die Durchsichtigkeitsverhältnisse. Das Licht eines Sternes wird vom Zenithe bis zu einer scheinbaren Höhe von 2° in der Ebene um fast eine halbe Grössenklasse mehr geschwächt als auf dem Berggipfel. Allerdings macht sich dieser Vorteil der höheren Station vorzugsweise erst bei den grösseren Zenithdistanzen

---

[1]) Chem. Centralblatt 1893. **2.** p. 348.

[2]) Publik. des astrophys. Observat. zu Potsdam **8.** 1. p. 5.

bemerkbar; er beträgt bei einer Zenithdistanz von 70° 0.2 Grössenklassen, bei 80° 0.3 u. s. w. Der blosse Anblick des gestirnten Himmels auf einem hohen Berggipfel verleitet im allgemeinen zu einer Überschätzung des Helligkeitszuwachses.

4. Für die Schwächung, welche die gesamte Atmosphäre im Zenith auf dem Säntis hervorbringt, ergiebt sich aus den Beobachtungen nach der Laplace'schen Theorie der Betrag von 12 %, oder mit anderen Worten: ein Stern würde ausserhalb der Atmosphäre um 0.14 Grössenklassen heller erscheinen als im Zenith. Da der entsprechende Wert für Potsdam 0.20 Grössenklassen ist, so folgt für die Absorption einer Atmosphärenschicht zwischen dem Meeresniveau und einer Höhe von 2500 *m* der Wert von 0.06 Sterngrössen, ein Betrag, der allerdings noch der direkten experimentellen Bestätigung durch simultane Beobachtungen an nahe bei einander gelegenen Stationen bedarf.

Eine erschöpfende Behandlung der Frage nach der Intensität des Sternlichtes ausserhalb der Atmosphäre auf Grundlage der Säntisbeobachtungen findet Verf. nicht möglich, beabsichtigt aber in einem der nächsten Sommer gleichzeitige photometrische Beobachtungsreihen an zwei benachbarten Stationen von möglichst grossem Höhenunterschiede anzustellen und dadurch direkt die Absorption der zwischenliegenden Luftschicht zu ermitteln.

Bezüglich der verschiedenen Durchlässigkeit der Luft für verschiedene Strahlengattungen ging noch entschiedener als aus den Potsdamer Beobachtungen aus jenen auf dem Säntis hervor, dass der Einfluss einer selektiven Absorption der Atmosphäre auf die Sternhelligkeiten durchaus unmerklich ist. In 86° Zenithdistanz ist die durchstrahlte Luftmasse nahe 12 mal grösser als im Zenithe, und doch war bei allen Sternen die Helligkeitsabnahme innerhalb jener Masse völlig konstant, im Durchschnitte aus allen Sternen etwa 0.14 Grösse. Wenn merkliche selektive Absorption stattfände, dann sollte man erwarten, den Extinktionskoeffizienten aus weissen Sternen kleiner zu finden, als aus roten, aber ein solcher Unterschied war nur schwach angedeutet und ebenso gut dadurch erklärbar, dass die Beobachtungen der einzelnen Sterne an verschiedenen Tagen unter verschiedenen meteorologischen Umständen geschehen.

**Die Dispersion der atmosphärischen Luft** ist neuerdings von H. Kayser und C. Runge bestimmt worden[1]), wobei sie sich eines Rowland'schen Konkavgitters bedienten. Bringt man zwischen das Konkavgitter und die photographische Platte in den Gang der Strahlen ein Prisma, so lenkt dasselbe die Strahlen ab, das Spektrum erscheint auf der Platte verschoben. Aus der Grösse der Verschiebung und dem Abstande des Prismas von der Platte ergiebt sich der Ablenkungswinkel der betreffenden Strahlen und damit der Brechungsexponent des Prismas. Als Prisma wurde ein durch

[1]) Sitzungsber. d. k. preuss Akad. 1893 p. 153.

Quarzplatten verschlossenes Hohlprisma aus Kupfer gewählt, in welchem die Luft auf etwa 10 Atmosphären komprimiert wurde. Da für Gase die Grösse $n - 1$ proportional der Dichte variiert, konnten aus den beobachteten Ablenkungen die Brechungsexponenten für Luft von Atmosphärendruck und $0^0$ berechnet werden.

Die Versuche wurden an sieben verschiedenen Stellen des Spektrums zwischen den Wellenlängen $\lambda = 563\ \mu\mu$ und $\lambda = 236\ \mu\mu$ ausgeführt, und aus den Resultaten wurde die Cauchy'sche Dispersionsformel berechnet. Diese Formel ergiebt nach den Verff. die Brechungsexponenten für alle Wellenlängen bis auf eine Einheit der 7. Dezimalstelle richtig, bezogen auf $0^0$ und 760 *mm* Druck, aber nicht auf trockene Luft; will man die Werte für trockene Luft finden, so muss man die 7. Dezimalstelle um 3 Einheiten erhöhen. Aus der Formel sind die Brechungsexponenten für die Fraunhofer'schen Linien berechnet und in einer Tabelle zusammengestellt, aus der nachstehende Angaben entnommen sind: Der Brechungsexponent der Luft ist für D = 1.000 292 2, für E = 1.000 293 3, für G = 1.000 296 1, für L = 1.000 298 7, für O = 1.000 301 5 und für die kürzeste berechnete Wellenlänge von 236 $\mu\mu$ = 1.000 322 0.

**Das Auftreten und die Intensitätsänderungen der terrestrischen Spektrallinien** wurden von Dr. Müller auf dem Säntis untersucht [1]). Es fanden sich dabei folgende Ergebnisse:

„1. Bei mittlerem Sonnenstande ist in einer Höhe von 2500 *m* von denjenigen atmosphärischen Linien, welche von der Absorption des Wasserdampfes herrühren, ein sehr erheblicher Teil (etwa 40 %) gänzlich unsichtbar, die übrigen erscheinen wesentlich geschwächt. Bis zu einer Zenithdistanz der Sonne von $60^0$ ändert sich das Aussehen der Linien so gut wie gar nicht. Erst bei tieferem Stande nimmt die Intensität merklich zu, und die fehlenden Linien treten zum grössten Teile allmählich hervor.

2. Die Intensitäten der einzelnen Linien, abgeleitet aus Beobachtungen an verschiedenen Tagen und ausgedrückt in einer willkürlich gewählten Stufenskala, nehmen bei wachsenden Zenithdistanzen der Sonne etwa in demselben Verhältnisse zu, wie die Längen der von den Sonnenstrahlen in der Atmosphäre durchlaufenen Wege.

3. Der Anblick des weniger brechbaren Teiles des Spektrums ist im grossen und ganzen auffallend ähnlich dem in der Ebene an kalten und trockenen Wintertagen, was mit der beobachteten Thatsache im Einklange steht, dass der Dunstdruck auf dem Berge im Sommer etwa ebenso gross ist, wie in der Ebene im Winter. Sorgfältige Intensitätsschätzungen der Linien bei D und C können also ein brauchbares Mittel sein, um die Abnahme des Feuchtigkeitsgehaltes der Luft mit der Höhe des Beobachtungsortes zu prüfen.

---

[1]) Publik. des astrophys. Observ. zu Potsdam 8. 1.

4. Abweichend von den durch die Absorption des Wasserdampfes hervorgerufenen, atmosphärischen Linien verhalten sich die von anderen Bestandteilen der Atmosphäre herrührenden, speziell die der α-Gruppe. Fast sämtliche Linien dieser Gruppe sind auch bei hohem Sonnenstande auf dem Berge ohne Schwierigkeit sichtbar, und die Intensitätsdifferenzen bei entsprechendem Sonnenstande auf dem Berge und in der Ebene sind erheblich geringer als bei den Gruppen D und C."

## 14. Temperatur.

**Der Wärmeaustausch an der Erdoberfläche und in der Atmosphäre.** Die thermodynamischen Vorgänge im Luftmeere sind so schwierig wissenschaftlich darzustellen, dass darüber noch sehr grosse Ungewissheit herrscht. Prof. v. Bezold hat seit längerer Zeit sich mit dem Studium derselben beschäftigt und legte der Preuss. Akademie der Wissenschaften eine erste Mitteilung über den Wärmeaustausch in der Atmosphäre vor [1]). In dieser Abhandlung giebt er zunächst eine präzise Darstellung der allgemeinen Sätze und eine Untersuchung über den Wärmeaustausch im Erdboden. Einleitend werden die Wärmemengen berechnet, welche erforderlich sind, um gewisse Wirkungen an der Erdoberfläche hervorzubringen, und mit jenen Mengen verglichen, die im stande sind, eine Eisschicht von bestimmter Höhe zu verdunsten. Als Wärmeeinheit wurde dabei stets die grosse oder Kilogrammkalorie, als Längeneinheit das Meter, als Zeiteinheit die Minute genommen.

Dies vorausgesetzt, findet man die Zahl der erforderlichen Wärmeeinheiten: zur Erwärmung von 1 *cbm* Wasser um $1^0 = 1000$, zur Erwärmung von 1 *cbm* Erdreich um $1^0 = 300—600$, zur Verdunstung einer Schicht Wasser von 1 *mm* Höhe pro Quadratmeter Grundfläche = 600, zum Schmelzen einer Schicht Eis von 1 *mm* Höhe pro Quadratmeter = 76, zur Erwärmung der über 1 *qm* Grundfläche lastenden Luftsäule um $1^0 = 2454$, zur Erwärmung von 1 *cbm* Luft von $0^0$ bei konstantem Drucke von 760 *mm* um $1^0 = 0.307$.

„So elementar diese Zusammenstellung ist, so giebt sie doch schon wertvolle Fingerzeige. Zunächst sieht man, dass der Unterschied in der Wärmekapazität von Wasser und festem Erdreiche, den man nicht selten als einen Haupterklärungsgrund für die Verschiedenheit von Land- und Seeklima angeführt hat, sich wesentlich vermindert, wenn man nicht gleiche Massen, sondern, was hier weit wichtiger ist, gleiche Volume miteinander vergleicht. Vor allem aber zeigt sie, welche ganz enorme Rolle im Wärmehaushalte der Natur der Verdunstung zufällt, und wie sie es ist, welche neben der Beweglichkeit des Wassers bei der eben berührten Frage in erster Linie in betracht kommt . . . Noch mehr fällt dieser gewaltige

[1]) Sitzungsber. d. k. preuss. Akad. d. Wissensch. 1892. Nr. 54.

Einfluss der Verdunstung in die Augen, wenn man sich an der Hand der mitgeteilten Zahlen klar macht, dass zur Verdunstung von 1 *mm* Niederschlag ebenso viel Wärme erforderlich ist, als zur Schmelzung einer rund achtmal dickeren Eisschicht, und dass diese Wärmemenge hinreicht, um den Erdboden auf 1 *m* bis 2 *m* Tiefe um 1° zu erwärmen oder die gesamte auf der gleichen Grundfläche lastende Luftsäule bis zur Grenze der Atmosphäre um $^1/_4$ °."

„Bewegt sich 1 *kg* Luft mit den Geschwindigkeiten von 10 *m*, 20 *m*, 30 *m*, und setzt man die denselben entsprechenden Energien, bezw. Arbeitsleistungen in die äquivalenten Wärmemengen um, so würden diese die plötzlich zum Stillstande gebrachte Luft, wenn sie sich bis zum Gleichgewichtszustande ausdehnen kann, um rund 0.05°, 0.2°, und 0.45° erwärmen. Da es nun sicher zu hoch gegriffen ist, anzunehmen, dass die mittlere Windgeschwindigkeit der ganzen Atmosphäre 20 *m* beträgt, so würde bei plötzlicher Verwandlung der translatorischen Bewegung der ganzen Atmosphäre in Wärme eine Temperaturerhöhung der ganzen Luftmasse um 0.2° eintreten. Dieselbe entspricht einer Wärmemenge, welche nicht einmal hinreicht, eine Wasserschicht von 1 *mm* Höhe zur Verdunstung zu bringen. Die potentielle Energie der Luftdruckdifferenzen kann offenbar nur von derselben Ordnung sein wie die der Winde, welche durch dieselben entstehen; man sieht also, dass die Mengen, welche in diesen Formen von Energie vorhanden sind, sehr klein sind im Vergleiche zu jenen, welche bei der Änderung des Aggregatzustandes des Wassers zum Austausche kommen. Der Gehalt an Wasserdampf muss dementsprechend bei Bestimmungen der totalen Energie eines Stückes der Atmosphäre in erster Linie mit berücksichtigt werden."

Dem bis jetzt betrachteten Wärmeaufwande steht der Wärmegewinn durch die Sonneneinstrahlung gegenüber. Der Wert der Solarkonstanten (d. h. die Anzahl der Grammkalorien, welche 1 *ccm* Oberfläche an der Grenze der Atmosphäre bei senkrechtem Auffallen der Strahlen pro Minute von der Sonne empfängt) ist noch nicht sicher bestimmt. v. Bezold nimmt ihn zu 2.5 an und berechnet, dass hiernach jedes Quadratmeter der beschienenen Erdhälfte durchschnittlich pro Minute 12.5 Kalorien empfängt. Diese Wärmemenge wäre im stande, eine Eisschicht von 11.84 *cm* zu schmelzen, oder eine Wasserschicht von 15 *mm* zur Verdunstung zu bringen, was auf das Jahr berechnet einer Wasserhöhe von 550 *cm* oder einer Eisschicht von 43 *m* entspricht. Fügt man hinzu, dass, wie am Schlusse der vorliegenden Abhandlung nachgewiesen ist, die im Erdboden während eines Jahres ausgetauschten Wärmemengen im äussersten Falle eine Wasserschicht von 40 *mm* zur Verdunstung bringen können, so erhält man nachstehende Werte: Es entspricht der Sonnenstrahlung im Tage eine Verdunstung von 1.5 *cm*, der Sonnenausstrahlung im Jahre eine Verdunstung von 550 *cm* Wasser, dem jährlichen Wärmeaustausche in der Erde eine von weniger als 4 *cm*, der Erwärmung der Atmosphäre um 1° die Verdunstung von

0.4 *cm* und der kinetischen Energie der Atmosphäre die Verdunstung von weniger als 0.08 *cm* Wasser.

Vergleicht man die der gesamten Sonnenstrahlung entsprechende Verdunstungshöhe mit den beobachteten Niederschlagshöhen, so kommt man zu dem Schlusse, dass entweder selbst der Wert der Solarkonstante 2.5 noch viel zu hoch ist, oder dass von der gesamten auf die Grenzfläche der Atmosphäre fallenden Strahlenmenge nur ein viel geringerer Teil in die unteren Schichten gelangt, als man nach den an ganz heiteren Tagen angestellten Messungen über die Absorption in der Atmosphäre erwarten möchte. Diesen Bruchteil könnte man schätzen, wenn die mittlere Niederschlagshöhe der ganzen Erde bekannt wäre, da die Wiederverdunstung der Niederschläge die Hauptarbeit der Sonnenwärme ist. Leider kann man über diese Niederschlagsmengen keine einigermassen sicheren Angaben machen. Jedenfalls aber werden die wirklich zum Erdboden gelangenden Wärmemengen einen viel kleineren Bruchteil der Gesamtstrahlung ausmachen, als die Messungen an vollkommen wolkenlosen Tagen ergeben haben.

Es wird eben ein erheblicher Bruchteil der auffallenden Strahlen von den Wolken absorbiert und wohl noch ein viel grösserer an der oberen Begrenzungsfläche derselben reflektiert und so eine Menge strahlender Energie gleich an der Schwelle zurückgewiesen. Es wäre sehr wichtig, Methoden auszudenken, welche in den Stand setzen, die Rückstrahlung von der Oberfläche der Erde und der Wolken wenigstens annäherungsweise zu messen.

Nach diesen einleitenden Darlegungen stellt nun v. Bezold die allgemeinen Sätze auf, welche bei den Vorgängen des Wärmeaustausches massgebend sind. Diese Sätze enthalten zwar nichts Neues, aber v. Bezold beweist sie in einer präzisen und schulgerechten Form, in welcher sie nun wohl in die Lehrbücher übergehen dürften. Sie lauten:

I. „Die im Laufe eines Jahres der ganzen Erde durch Bestrahlung zugeführten und durch Ausstrahlung entzogenen Wärmemengen sind im Durchschnitte einander gleich."

II. „Die Wärmemengen, welche einem bestimmten Stücke der Erdoberfläche oder der Atmosphäre auf den verschiedenen möglichen Wegen im Laufe eines Jahres zugeführt oder entzogen werden, sind einander im Durchschnitte gleich."

III. „Die Wärmemengen, welche einzelnen Stellen der Erdoberfläche oder der Atmosphäre im Laufe eines Jahres durch Strahlung zugeführt und durch Ausstrahlung entzogen werden, sind im allgemeinen einander nicht gleich, es giebt vielmehr Teile der Erde, an denen die Einstrahlung, und andere, an denen die Ausstrahlung überwiegt." Die Richtigkeit dieses Satzes folgt aus der Thatsache, dass fortgesetzt warme Luft und warmes Wasser aus den äquatorialen Gegenden polwärts fliessen, während kalte Luft und kaltes Wasser, bezw. Eis aus den polaren Gegenden nach den äquatorialen strömen.

Es wird somit dem äquatorialen Gürtel immerfort Wärme durch Konvektion und durch Energie translatorischer Bewegung entzogen, die durch überwiegende Einstrahlung ersetzt werden muss, wenn die Mitteltemperaturen konstant bleiben sollen, während für die polaren Gegenden das Umgekehrte gilt. Die ganze Erde kann somit geteilt werden in eine äquatoriale Zone, in welcher die Einstrahlung, und in zwei polare, in welchen die Ausstrahlung überwiegt. Diese „Strahlungszonen“ werden durch „neutrale Linien“ voneinander getrennt, eine auf der nördlichen und eine auf der südlichen Halbkugel. Schematisch kann man sich im Jahresmittel den ganzen Wärmeaustausch innerhalb der Atmosphäre und an der Erdoberfläche durch einen Wärmestrom ersetzt denken, der in der äquatorialen Zone durch die Begrenzungsfläche der Atmosphäre eintritt, und nachdem er sich in 2 Äste gespalten hat, in den polaren Zonen austritt. In Wirklichkeit hat man es aber mit Doppelströmen zu thun, indem gleichzeitig warme Massen polwärts und kalte gegen den Äquator geführt werden, deren Summe erst den einfachen Strom des Schemas liefert. Die Ermittelung der neutralen Linien und die Bestimmung der Intensität dieses schematischen Stromes bilden eine wichtige Aufgabe des hier betrachteten Kapitels der Physik des Luftmeeres.

„Da man nun alle auf die Einstrahlung bezüglichen Grössen unter Zugrundelegung eines bestimmten Wertes der Solarkonstante wenigstens annäherungsweise berechnen kann, wenn man den Verlauf der neutralen Linien kennt, und da auch die angenäherte Ermittelung der Intensitäten der beiden Zweige des schematischen Wärmestromes keineswegs auf unübersteigliche Schwierigkeiten stossen wird, so ist demnach auch die Möglichkeit gegeben, die in den einzelnen Strahlungszonen ausgestrahlten Mengen zu finden, mit Einschluss der in den höchsten Regionen der Atmosphäre zurückgeworfenen.“

Diese Sätze beziehen sich auf die ganze Erde und das Jahr. Ähnliche lassen sich auch für bestimmte Teile der Erde und Zeitabschnitte aufstellen, z. B.:

IV. „Die Wärmemengen, welche einzelnen Teilen der Erdoberfläche oder der Atmosphäre innerhalb bestimmter Abschnitte des Jahres zugeführt und entzogen werden, sind einander im allgemeinen nicht gleich.“ Der Beweis dieses Satzes liegt in der einfachen Thatsache, dass der thermische Zustand der Erdoberfläche und der Atmosphäre periodischen Schwankungen unterworfen ist, dass es Zeiten überwiegender Einstrahlung und solche überwiegender Ausstrahlung giebt. Während der überwiegenden Einstrahlung wächst die Energie, und zwar besteht dieser Zuwachs in Zunahme der Temperatur, Vermehrung der vorhandenen Dampfmenge, Verwandlung von Eis in Wasser, Erzeugung von Druckdifferenzen oder Bewegungen; hingegen nimmt die Energie ab bei überwiegender Ausstrahlung, was sich durch Sinken der Temperatur, Kondensation oder Gefrieren des Wassers, sowie durch Verminderung der Druckdifferenzen und Bewegungen kundgeben wird.

V. „Die im Laufe bestimmter Abschnitte des Jahres durch die Begrenzung der ganzen Atmosphäre ein- und austretenden Wärmemengen sind einander nicht notwendigerweise gleich.“ Wäre die Erdoberfläche und die Atmosphäre homogen und die Erdbahn kreisförmig, so müsste solche Gleichheit bestehen; da jedoch diese Bedingungen nicht erfüllt sind, sondern da sich die Gebiete überwiegender Einstrahlung und überwiegender Ausstrahlung im Laufe des Jahres verlagern, und zwar an Stellen ganz verschiedener Oberflächenbeschaffenheit, so ist kein Grund für solche Gleichheit vorhanden. Es giebt also auch für die ganze Erde Abschnitte des Jahres, in denen die Wärmeaufnahme, und andere, in denen die Abgabe das Übergewicht hat; oder die Gesamtenergie der Erde ist innerhalb des Jahres periodischen Schwankungen unterworfen. Da nun die Einstrahlung an den verschiedenen Punkten der Erdoberfläche zu jeder Zeit des Jahres sehr grosse Verschiedenheiten aufweist, die Ausstrahlung hingegen überall zur Geltung kommt, so zerfällt die Oberfläche zu jeder Zeit des Jahres in Gebiete mit überwiegender Einstrahlung und in solche mit überwiegender Ausstrahlung. Der äquatoriale Gürtel gehört immer, die polaren Gegenden einen wenn auch nur geringen Teil des Jahres, zu dem Gebiete überwiegender Einstrahlung; während die neutralen Linien im Laufe des Jahres bedeutenden Änderungen unterworfen sind, und das von der einen umschlossene polare Gebiet verengert sich fortwährend, bis es im Hochsommer gänzlich verschwindet.

Die angestellten allgemeinen Betrachtungen zeigen, dass es im wesentlichen 3 Punkte sind, welchen man bei den Untersuchungen über den Wärmehaushalt die Aufmerksamkeit zuzuwenden hat: 1. Ein- und Ausstrahlung mit Einschluss der Reflexion. 2. Zu- und Abnahme der Energie an den einzelnen Teilen der Erdoberfläche und in der Atmosphäre; 3. die Konvexion, d. h. die Übertragung der Wärme durch Luft und Wasser. Von diesen ist der erste schon vielfach bearbeitet worden, während die beiden anderen von Prof. v. Bezold in den folgenden Abhandlungen ihre Erörterung finden sollen.

Zunächst geht er zur Untersuchung des Wärmeaustausches im Erdboden über, wobei er folgende Fragen erörtert: 1. Wie gross ist der Unterschied zwischen den innerhalb eines gegebenen Zeitraumes durch die Oberflächeneinheit aufgenommenen und abgegebenen Wärmemengen, d. h. wie gross ist der Zuwachs oder die Abnahme an Energie, welchen der unterhalb der Oberflächeneinheit liegende Erdboden innerhalb dieses Zeitraumes erfahren hat? 2. Wie gross ist der Unterschied zwischen dem Maximal- und Minimalwerte der innerhalb eines gegebenen Zeitraumes in dem betrachteten Stücke des Erdbodens vorhandenen Energie?

v. Bezold findet, dass es zur Bestimmung des jährlichen Wärmeaustausches genügt, wenn man die Temperaturverteilung im Erdboden zu jenen Zeiten des Jahres kennt, zu welchen die Wärme-

aufnahme in -abgabe übergeht, und umgekehrt, Zeitpunkte, welche in mittleren Breiten annäherungsweise mit den Tag- und Nachtgleichen zusammenzufallen scheinen. In ähnlicher Weise lässt sich der Wärmeaustausch innerhalb der Tagesperiode ermitteln.

Die ziffermässige Berechnung ist zur Zeit noch schwierig, da zwar Beobachtungen der Bodentemperatur vorliegen, allein Angaben über die Wärmekapazität des Bodens fehlen. Indessen findet v. Bezold, dass die im festen Erdboden zum Austausche kommenden Wärmemengen im allgemeinen klein sind gegen diejenigen, welche zur Verdunstung der Niederschläge erforderlich sind. Zur Bestimmung der innerhalb der Jahresperiode im Erdboden ausgetauschten Wärmemengen genügt in mittleren Breiten die Kenntnis der Bodentemperaturen im Frühjahre und Herbste, im Vereine mit der Kenntnis der Wärmekapazität der Volumeinheit des betreffenden Bodens. Zur Bestimmung des täglichen Wärmeaustausches sind wenigstens in den Stunden nach Sonnenaufgang und vor Sonnenuntergang stündliche Beobachtungen jener Temperaturen notwendig, auf welche die tägliche Periode ihren Einfluss äussert.

**Abnahme der Lufttemperatur mit der Höhe.** Am Eiffelturme befinden sich in Höhen von 123, 197 und 302 *m* über dem Boden selbstregistrierende Thermometer. Die Angaben derselben aus den Jahren 1890 und 1891 hat A. Angot untersucht und mit den Temperaturmessungen der Station im Parc Saint-Maur, welche sich auf 2 *m* Bodenhöhe beziehen, verglichen.[1]) Das Verhalten der Temperatur in der Nacht ist hiernach folgendes: In allen Monaten steigt die Temperatur zunächst in dem Masse, als man sich vom Boden erhebt; sie erreicht ein Maximum in einer veränderlichen Höhe, welche im Mittel 170 *m* beträgt. Der Unterschied zwischen dieser Maximaltemperatur und derjenigen, welche man in 2 *m* Höhe beobachtet, ist im Durchschnitte 1.1$^0$; am kleinsten ist er im Winter und im Frühlinge (0.7$^0$), am grössten im Herbste (2.1$^0$ im Oktober und 2.6$^0$ im September).

Die Temperaturumkehr, welche bisher nur als Ausnahme in den Gebirgsstationen beobachtet worden, erscheint also hier als normales Phänomen bei den in freier Luft in der Nacht gemachten Beobachtungen. Die Erklärung derselben ist sehr einfach: während der Nacht kühlt sich der Boden durch Strahlung sehr stark ab, während die Luft, deren Wärmeemissionsvermögen sehr gering ist, sich zunächst nicht durch Strahlung abkühlt, sondern hauptsächlich durch Berührung mit dem kalten Boden. Die tiefsten Schichten der Luft müssen daher die kältesten sein. Mit der Höhe muss also zunächst die Temperatur zunehmen, aber gleichzeitig wird der Einfluss des kalten Erdbodens geringer, und in hinreichend grosser Entfernung, wo der Einfluss des Bodens aufhört sich merklich zu machen, be-

---

[1]) Compt rend. **115.** p. 1270.

ginnt die Temperatur mit zunehmender Höhe abzunehmen, entsprechend dem Gesetze der Gasausdehnung.

Die Höhe des Eiffelturmes (300 *m*) ist nicht hinreichend, um die genaue Ermittelung des Gesetzes der Temperaturabnahme von dem Punkte an, wo der Einfluss des Bodens aufhört, zu gestatten. Wenn man aber für jeden Monat die Kurve zeichnet, welche die Temperaturänderung mit der Höhe giebt, so überzeugt man sich, dass die Neigung der Kurve in 300 *m* im Winter einer Änderung von etwa 0.5° pro 100 *m* entspricht, im Herbste von 0.6°, im Frühlinge von 0.7° und im Sommer von 0.8°.

Am Tage verhält sich die Temperatur anders. Sie nimmt regelmässig ab, in dem Masse, als man sich vom Boden entfernt. Angot hat aus den beiden mittleren Stationen (123 *m* und 197 *m*) das Mittel genommen und so die Temperatur für 160 *m* Höhe erhalten; durch Vergleichung dieser mit den Temperaturen der Endstationen konnte er dann für die einzelnen Monate die Temperaturabnahme pro 100 *m* berechnen, einmal für die Luftschicht zwischen 0 und 160 *m* Höhe und dann für die Schicht zwischen 160 und 302 *m*. Das Gesetz der adiabatischen Ausdehnung der Gase lehrt, dass das Gleichgewicht der Atmosphäre nur dann ein stabiles ist, wenn die Abnahme der Temperatur in derselben kleiner ist als 1° pro 100 *m*. Diese Bedingung ist nun nach dem vorliegenden Beobachtungsmateriale im Mittel stets erfüllt oberhalb 160 *m*; sie ist es aber nicht mehr in der unteren Luftschicht, und zwar vom Februar bis zum September. In allen diesen Monaten müssen daher die untersten Schichten der Atmosphäre sich im labilen Gleichgewichtszustande befinden und in der Mitte des Tages Sitz aufsteigender Ströme sein. Man hatte die Existenz solcher Strömungen a priori angenommen, um verschiedene Erscheinungen damit zu erklären, z. B. die tägliche Änderung der Spannung des Wasserdampfes und der Windgeschwindigkeit, die man in der Nähe des Bodens beobachtet. Die hier besprochenen Temperaturbeobachtungen verifizieren nun diese Hypothese, soweit es die unteren Schichten der Atmosphäre betrifft, in sehr interessanter Weise und zeigen, dass in der That die Wärmeverhältnisse in den wärmsten Tagesstunden derartige sind, dass hier notwendigerweise aufsteigende Ströme entstehen müssen.[1])

**Die tägliche Periode der Temperatur im Schnee** ist von H. Abels untersucht worden[2]). Die Beobachtungen wurden zu Jekatherinburg in der Zeit vom 4. Februar bis 2. März und vom 1. Januar bis 1. März 1892 stündlich angestellt. Die Temperatur wurde an der Oberfläche des Schnees, in 5 *cm* und in 10 *cm* Tiefe gemessen, und zwar sowohl im lockeren als im festen Schnee. Die Beobachtungen ergaben, dass die Amplitude der Wärmeschwankung mit dem Eindringen in den Schnee schnell abnimmt, und zwar schneller

---

[1]) Naturwissensch. Rundsch. 1893. Nr. 8. p. 93.
[2]) Rep. f. Meteor. **16.** Nr. 1.

im lockeren als im festen Schnee, so dass lockerer Schnee ein schlechterer Wärmeleiter ist als fester. Am gleichförmigsten ist die Temperatur des Schnees nachmittags 4 Uhr; im dichteren Schnee findet ein regelmässiges Verspäten mit dem Eindringen in die Tiefe statt, welches beim Minimum 1 Stunde auf je 5 *cm* und beim Maximum 1.5 Stunde beträgt. Beim lockeren Schnee findet sich für die oberen 5 *cm* eine relativ geringe Verspätung, namentlich der Maxima, von da bis zu 10 *cm* Tiefe dagegen eine um so grössere statt. Der Grund dieser Erscheinung ist darin zu suchen, dass die Sonnenstrahlen den Schnee bis zu einer gewissen Tiefe durchdringen, und die hierbei abgegebene Wärme nur durch Leitung wieder verloren gehen kann.

## 15. Luftdruck.

**Der höchste auf der Erde beobachtete Luftdruck.** Gegenüber mehreren irrigen Angaben macht A. Woeikof darauf aufmerksam [1]), dass der höchste Luftdruck auf der Erde in Barnaul (Westsibirien) im Dezember 1877 beobachtet wurde. Er betrug 786.5 *mm*. Differenz gegen das Jahresmittel 37.1, Wintermittel 31.2 *mm*. Mittlerer Luftdruck reduziert auf das Meeresniveau Jahr 765.1, Winter 771.8, also das absolute Maximum des Dezember 1877 in Barnaul nach dem Jahresmittel 802.2, Wintermittel 803.0 *mm*.

**Die Luftdruck-Maxima und -Minima und die allgemeine atmosphärische Zirkulation.** Die Beziehungen der täglichen synoptischen Wetterkarten zur allgemeinen atmosphärischen Zirkulation hat Dr. Herrmann dargestellt [2]). Er knüpft an die Arbeiten von Teisserence de Bort an und stützt sich auf eine Untersuchung der täglichen synoptischen Wetterkarten, welche das dänische Meteorologische Institut und die Deutsche Seewarte herausgeben, und die den Nordatlantischen Ozean sowie die anliegenden Teile der Kontinente umfasst. Prüft man diese Karten, so erkennt man auf ihnen die Zonen wieder, welche auch Maury in seinen Untersuchungen festgelegt hat, und die als der allgemeinen atmosphärischen Zirkulation entsprechend angenommen werden.

Vom Äquator zum Pole fortschreitend, folgen einander also die Zonen:

1. Das Depressionsgebiet der Passatwinde.
2. Das Hochdruckgebiet der aussertropischen Kalmen.
3. Das Depressionsgebiet der westlichen Luftströmung.
4. Das polare Hochdruckgebiet.

In der Bezeichnung der Zonen, welche sonst mit der üblichen zusammenfällt, hat Dr. Herrmann soweit als möglich vermieden, denselben ein Beiwort zu geben, durch welches ihre Lage auf der Erdoberfläche gekennzeichnet wurde. „Es weisen nämlich,“ sagt er,

---

[1]) Meteorol. Zeitschr. 1893. p. 110.
[2]) Meteorol. Zeitschr. 1893. p. 1 u. ff.

„diese Zonen in den synoptischen Wetterkarten Lagen auf, welche sehr erheblich von den aus den Karten mittlerer Luftdruckverteilung für einzelne Monate oder das Jahr sich ergebenden abweichen. Mit Ausnahme der Depressionszone der westlichen Luftströmung können die einzelnen anderen Zonen sogar gänzlich, wenigstens streckenweise, auf der nördlichen Hemisphäre verschwinden. Das Hochdruckgebiet der Kalmenzone fehlt aber naturgemäss nur dann, wenn auch das Depressionsgebiet der Passatwinde verschwunden ist."

„Die Verteilung des Luftdruckes nach Zonen erfolgt jedoch nicht stets etwa nach den Breitengraden, sondern es nehmen diese Zonen zuweilen eine gegen die Parallelkreise der Erdoberfläche geneigte Lage an.

Es muss hier die Frage offen gelassen werden, ob es überhaupt vorkommt, dass auf der nördlichen Hemisphäre die jeweilig bestehenden Zonen der Luftdruckverteilung sich um die ganze Erde herum erstrecken. Die täglichen synoptischen Wetterkarten des Nordatlantischen Ozeans und der anliegenden Teile der Kontinente weisen dagegen häufig genug eine meridionale Begrenzung dieser Zonen auf. Besonders ist dies im Winter im Osten Europas für die Depressionszone der westlichen Luftströmung der Fall.

Innerhalb des Teiles der Zonen, welcher nicht in grösserer Nähe solcher Abgrenzungen sich befindet, wird der eigenartige Charakter und demnach die allgemeine atmosphärische Zirkulation durch diese Begrenzung nicht gestört. Nähern sich jedoch die westliche und östliche Abgrenzung eines Zonenteiles einander, so dass die von West nach Ost gerichtete Ausdehnung desselben die in der Richtung von Süd nach Nord statthabende nicht mehr sehr erheblich überwiegt, so tritt an Stelle der zonalen atmosphärischen Zirkulation eine wesentlich abweichende Luftbewegung bis in höhere Schichten hinauf. Diese Teilung der Zonen in von West nach Ost enger begrenzte Gebiete ist besonders bei der Depressionszone der westlichen Luftströmung von Bedeutung. In den aus derselben ausgeschiedenen Depressionsgebieten zeigt sich alsdann eine allgemeine Luftbewegung, welche cyklonalen Charakter annimmt. Jedoch ist in den meisten Fällen nicht zu erkennen, dass diese cyklonale Luftbewegung auf alle Teile des Kreisumfanges sich erstreckt, sondern es scheint dieselbe vielfach sich nicht auf den nördlichen Quadranten auszudehnen.

Zur Beurteilung der Luftbewegung in den höheren Schichten der Atmosphäre kann das Fortschreiten der barometrischen Minima dienen. Der Verfasser steht nämlich uneingeschränkt auf dem Standpunkte, dass die atmosphärischen Wirbel von dem allgemeinen Luftstrome, in dem sie sich befinden, fortgetragen werden, und zieht daraus die letzten Konsequenzen. Dabei ist es selbstverständlich, dass nicht der Luftstrom an der Erdoberfläche der massgebende ist, welcher bekannterweise nicht mit dem Luftstrome in grösserer Höhe zusammenfällt, sondern eben jener allgemeine Luftstrom höherer

Schichten der Atmosphäre, und zwar ist der Verfasser der Ansicht, dass dieser atmosphärische Wirbel als solcher in höheren Luftschichten ebenso in geschlossener Form besteht wie am Boden. Die Cirrusbeobachtungen sowohl wie die Berechnungen der oberen Isobaren aus den unteren und der Temperaturverteilung bestätigen dies. Wenn auch der Verfasser die numerischen Ergebnisse dieser letzteren Berechnungen bei dem Einzelphänomen wegen der willkürlichen Annahme der Temperaturabnahme und der Gleichmässigkeit derselben in allen Teilen der Erscheinung verwirft, so hält derselbe die resultierende Gestaltung der oberen Isobaren dem Sinne nach doch für richtig, da innerhalb weiter Grenzen dieser Sinn als ziemlich unabhängig von dem Gesetze der Temperaturabnahme mit der Höhe sich erweist. Die nur als eine Einbuchtung sich darstellende Gestaltung der oberen Isobaren und die dadurch daselbst bedingte Luftbewegung über dem Gebiete eines barometrischen Minimums erhält man ohne weiteres, wenn man zu den Gradienten geradliniger Isobaren und der dazu gehörigen Luftbewegung die Gradienten und Luftströme einer Cyklone algebraisch addiert. Oder umgekehrt der Abzug der allgemeinen Luftströmung und der ihr entsprechenden Gradienten, deren Richtung parallel oder nur wenig konvergierend anzunehmen ist, von der oberen Luftbewegung und Druckverteilung ergiebt auch daselbst eine geschlossene Cyklone."

Verfasser hält es für eine unbestreitbare Notwendigkeit, dass eine derartige Cyklone an der allgemeinen Bewegung der Luftschichten, welche sie enthalten, teilnimmt. Die Gleichmässigkeit der Bewegungen, welche auf langer Strecke viele barometrische Minima zeigen, gleichgültig, ob sie über kalte Kontinente oder warme Meere ziehen, stütze die Ansicht, dass die allgemeine Luftströmung die einzige Ursache für das Fortschreiten dieser Erscheinungen ist. Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnisse werden zwar von Einfluss auf Ausdehnung und Intensität der Cyklonen, insbesondere an der Erdoberfläche sein; auf die Bewegung der Minima könnten dieselben jedoch nur indirekt insofern einwirken, als sie die Druckverteilung und die allgemeine Luftströmung in den die Cyklone enthaltenden grösseren Höhen verändern.

Die diesen Anschauungen entgegengesetzte physikalische Theorie der Ortsveränderungen atmosphärischer Wirbel, derzufolge gerade die örtlichen Wärme- und Feuchtigkeitsverhältnisse der Luft die Fortpflanzung der Cyklone bedingen, ist bereits von Sprung in seinem Lehrbuche der Meteorologie, als mit den Thatsachen in Widerspruch stehend, bezeichnet worden.

Die Bahnen der barometrischen Minima nach den synoptischen Karten des Nordatlantischen Ozeans u. s. w. sind in den Karten dargestellt, welche der von der Seewarte herausgegebenen „Vierteljahrs-Wetterrundschau" beigegeben sind. Da jedoch mit dem Beginne des 5. Bandes dieser Rundschau bei dem Entwurfe der Karten gegen früher etwas abweichende Anschauungen zu grunde gelegt sind, so

kann man die Thatsachen, welche Verfasser anführt, erst aus den Karten des 5. Bandes entnehmen.

„Früher," sagt er, „wurden augenscheinlich vielfach besonders bei intensiveren Erscheinungen die Minima aufeinanderfolgender Tage dann miteinander durch eine die Bahn bezeichnende Linie verbunden, wenn die Minima etwa gleiche Bedeutung und Intensität zeigten. Es ist jedoch gefunden worden, dass der gleichmässige Verlauf des einzelnen Minimums in bezug auf Richtung und Geschwindigkeit der Bewegung für eine demselben eigentümliche und weniger veränderliche Eigenschaft anzusehen ist, als die Tiefe desselben. Diese letztere Thatsache hat sich insbesondere bei den Minimis herausgestellt, welche Europa durchziehen, und ist dieselbe auch nunmehr auf die Minima des Ozeans übertragen worden.

Da die Minima in einzelnen Zeiträumen dann eine grössere Tiefe gewinnen, wenn sie über bestimmte Gebiete der Erdoberfläche hinziehen, so hat das früher beim Entwurfe der Bahnenkarten der Rundschau angenommene Prinzip zu eng und vielfach verschlungenen oder auch geknickten Bahnen geführt, welche die eigentliche Gesetzmässigkeit der Bewegung nicht erkennen lassen.

Aus jenen Karten ersieht man nunmehr, dass die Bewegung der Minima in der Depressionszone der westlichen Luftströmung eine nach Osten gerichtete ist und bei einer Abweichung dieser Zone von einer dem Äquator parallelen Lage eine entsprechend abweichende Richtung annimmt. Die Minima der Depressionszone der Passatwinde wandern langsam westwärts. Die Minima an der Ostgrenze eines Teiles der Depressionszone der westlichen Luftströmung nehmen nach Norden gerichtete Bewegungen an. Die Minima an der Westseite engbegrenzter Teile der gleichen Zone erhalten südliche Komponenten der Bewegungsrichtungen.

Diese thatsächliche Bewegung der Minima steht somit in Übereinstimmung mit der für die einzelnen Depressionsgebiete angenommenen allgemeinen Luftströmung des unteren Teiles der Atmosphäre, unter selbstverständlichem Ausschlusse der dem Erdboden am nächsten liegenden Luftschichten, und zwar in durchaus gleicher Weise im Winter wie im Sommer. Die dargelegten Ansichten von der allgemeinen Zirkulation der Atmosphäre und von der Ursache der Fortbewegung der barometrischen Minima, deren Begründungen voneinander unabhängig sind, entsprechen miteinander verbunden demnach den Vorgängen, wie sie in den synoptischen Wetterkarten sich darstellen."

„Ausser den Minimis," fährt der Verfasser fort, „welche augenscheinlich lediglich der allgemeinen Luftströmung folgen, zeigen sich in den synoptischen Wetterkarten mehr oder weniger ausgebildete cyklonale Erscheinungen, die gleichzeitig eine bogenförmige Bewegung um ein anderes Minimum beschreiben. Es nehmen dieselben zu diesem letzteren die gleiche Stellung ein, wie die sonst unabhängigen Minima zu den Depressionen der allgemeinen atmosphärischen Zirku-

lation. Sie werden also von der besonderen Luftströmung der das Hauptminimum umgebenden Cyklone fortgetragen.

Es sind demnach in dieser Hinsicht drei verschiedene Arten von Depressionen zu unterscheiden, welchen sich noch eine vierte anschliesst:

1. „Die Depressionen 1. Ordnung, welche der allgemeinen Luftzirkulation entsprechen und sich demnach in grosse Höhen erstrecken. Hierher gehören die Depressionszonen der Passatwinde und der westlichen Luftströmung, sowie die abgegrenzten Teile derselben.

2. Die Depressionen 2. Ordnung, unter welchen die cyklonischen Erscheinungen zu verstehen sind, deren Fortbewegung lediglich von der allgemeinen Luftströmung der Depression 1. Ordnung bedingt ist. Diese Phänomene schwächen sich nach den grösseren Höhen hin ab und verschwinden daselbst schliesslich ganz.

3. Die Depressionen 3. Ordnung, welche innerhalb des eine Depression 2. Ordnung forttragenden Luftstromes noch an der cyklonalen Bewegung derselben teilnehmen.

Die diese Erscheinungen an der Erdoberfläche umgebenden Isobaren nähern sich meist schon einer Gestalt, wie sie für die oberen Isobaren am Erdboden ziemlich gleichmässig ausgebildeter Cyklonen gilt, und stellen sich dieselben daher schon an der Erdoberfläche als zusammengesetzt dar aus einer cyklonalen Luftbewegung und einer dieses Wirbelsystem forttragenden Luftströmung. Von den Depressionen 3. Ordnung wird man anzunehmen haben, dass sie nur bis in noch geringere Höhen hinaufreichen.

Die Depressionen 3. Ordnung enthalten also Erscheinungen, welche bisher als Teilminima bezeichnet wurden. Indes nicht alle die Phänomene, welche unter diesen Begriff fallen, gehören dieser Klasse zu. Nicht die ungleichseitige Ausbildung, sondern die Abhängigkeit der Bewegung von einer anderen Cyklone 2. Ordnung ist hier das entscheidende Merkmal. Es kommt nicht selten vor, dass auf der Erdoberfläche die ungleichseitige Ausbildung einer cyklonalen Erscheinung mit geringeren Gradienten nach der Seite einer 2. Zyklone sich zeigt und doch die Bewegung dieser Erscheinung nur der allgemeinen Luftströmung folgt. Diese Erscheinungen sind dann als Depressionen 2. Ordnung zu betrachten. Es wird dies insbesondere dann der Fall sein, wenn die Ungleichseitigkeit des Phänomens nur durch Temperaturverhältnisse an der Erdoberfläche hervorgerufen wird, während dieselbe in einiger Entfernung vom Erdboden sich verliert, und dort die beiden Cyklonen in gleicher Regelmässigkeit nebeneinander bestehen.

4. Als Depressionen 4. Ordnung werden diejenigen Gebiete niedrigeren Luftdruckes zu gelten haben, welche nur eine unmittelbare Folge von im Vergleiche zur Umgebung hohen Temperaturen an der Erdoberfläche sind.

Diese Depressionen, als von ihrer Unterlage abhängig, zeigen keine oder nur geringe Fortbewegung und verlieren sich jedenfalls

schon in sehr geringer Höhe über der Erdoberfläche. Hierher gehören z. B. die in der heissen Jahreszeit während des Tages über der Pyrenäischen Halbinsel sich bildenden Depressionen, die in der folgenden Nacht wieder verschwinden.

Eine scheinbare Schwierigkeit besteht bei der Einordnung in diese Klassifikation mit der Depression, welche zuweilen über dem Mittelmeergebiete und dem westlichen Teile des kontinentalen Europas bei nördlicher Lage des Hochdruckgebietes der Kalmen sich zeigt. Es enthält diese Depression in der Regel eine Anzahl sehr ungleichseitig ausgebildeter cyklonaler Erscheinungen, die am Rande dieses Depressionsgebietes Bahnen beschreiben, welche der allgemeinen atmosphärischen Zirkulation dieses Gebietes entsprechen. Man wird also zunächst bei der Abwesenheit eines anderen hervorragenderen Minimums versucht sein, diese cyklonalen Erscheinungen als Depressionen 2. Ordnung zu betrachten. Die in solchen Fällen bestehende Temperaturverteilung zeigt aber, dass in einiger Höhe über dem Erdboden bereits ein intensiveres Minimum besteht, welchem jene Minima sich unterordnen. Koeppen hat dies an einem Beispiele für den 20. bis 24. Januar 1886 gezeigt.[1]) Folgt dann dieses obere Minimum, wie es den Anschein hat, der ja sehr langsamen allgemeinen Bewegung der Luft in der Zone der Passatwinde nach Westen, so ist die dasselbe begleitende Cyklone als Depression 2. Ordnung, die am Erdboden sich zeigenden cyklonalen Erscheinungen als Depressionen 3. Ordnung zu betrachten. Das in Rede stehende Gebiet niedrigen Luftdruckes stellt sich selbst nur als ein Teil der Depressionszone der Passatwinde dar.

Auch die Hochdruckgebiete zerfallen in mehrere Klassen:

1. Die Hochdruckgebiete 1. Ordnung, welche bis in grosse Höhen hinaufreichen und die Gebiete verschiedener allgemeiner Zirkulation trennen. Zu diesen gehören also das Hochdruckgebiet der Kalmen, das polare Hochdruckgebiet und die Hochdruckgebiete, welche Teile der Depressionszone der westlichen Luftströmung nach Westen und Osten abgrenzen.

2. Die Hochdruckgebiete 2. Ordnung, welche als eine Art Stauerscheinung zwischen 2 Depressionen 2. Ordnung sich bilden.

Dieselben nehmen naturgemäss an der Bewegung der Depressionen teil. Es zeigen sich diese Erscheinungen besonders häufig über Nordamerika.

3. Die Hochdruckgebiete 3. Ordnung, die nur durch niedrige Temperaturen an der Erdoberfläche erzeugt werden und ihre Lage demnach wenig verändern.

Sie bieten, indem sie nur den unteren Luftschichten angehören, kein Bewegungshindernis für die Depressionen 2. Ordnung und bewirken nur eine Abnahme an Tiefe des barometrischen Minimums am Erdboden, während es durch sie hindurchschreitet.

---

[1]) Meteorol. Zeitschrift 1886. p. 505.

Obwohl die Zone des polaren Hochdruckgebietes jedenfalls sich nicht in so grosse Höhen erstreckt, wie das Hochdruckgebiet der Kalmen, so ist sie ebenfalls zu den Hochdruckgebieten 1. Ordnung zu rechnen. Denn diese Zone ist in gleicher Weise das Resultat thermischer und auch dynamischer Wirkungen, wie das Hochdruckgebiet der Kalmen."

Mit den vorstehenden Betrachtungen glaubt der Verfasser eine Art und Weise angedeutet zu haben, auf welche eine gewisse klärende Scheidung der in den synoptischen Karten dargestellten, zunächst so verworren erscheinenden Vorgänge unter Zugrundelegung der allgemeinen atmosphärischen Zirkulation erreicht werden kann.

Zu diesen Ausführungen macht Woeikof einige Bemerkungen[1]). Zunächst tritt er der Auffassung der Monsune Asiens durch Herrmann entgegen. „Wohl kann," bemerkt Woeikof, „der winterliche Hochdruck Asiens als eine Verlagerung desjenigen an der Polargrenze der Passate angenommen werden, jedoch die aus demselben wehenden Winde erreichen nur den Osten, nicht den Süden des Erdteiles, d. h. von ihnen kommt der NW-Monsun der gemässigten Zone Ostasiens. Der Wintermonsun Indiens hat nichts mit ihm zu thun und ist eine Luftzirkulation zwischen dem nördlichen Inneren Indiens und den südlich angrenzenden Meeren. Wohl ist nördlich von Indien, in Ostturkestan, der Luftdruck höher, jedoch Winde von dort erreichen Indien nicht, und zwar weil die dazwischenliegenden Bergketten so hoch sind, dass sie den Luftaustausch bis über 5000 *m* benehmen. Höher herrscht auf den Passhöhen auch im Winter S. Dies ist schon 1874 von Blanford bewiesen, und alle späteren Beobachtungen und Forschungen haben dies bestätigt Der NO-Monsun reicht keineswegs hoch nach Norden herauf, sondern viel weniger hoch als der NO-Passat des Atlantischen Ozeans. Weiter nördlich (Assam ausgenommen) ist der Wind im Winter W und NW."

Ebensowenig findet Woeikof den folgenden Satz zutreffend, dass „in dem SW-Monsune die Winde der nunmehr bis zum Äquator hinabreichenden Depressionszone der westlichen Luftströmung zu erkennen sind". Die Depressionen in höheren mittleren Breiten und diejenige im Sommer in Asien seien ganz verschiedene Erscheinungen. Dies könne folgender Art gezeigt werden: Der niedrigste Luftdruck herrscht nicht auf den Plateaus von Zentralasien, sondern im NW Indiens und in Beludschistan. Von da westwärts reicht eine gut ausgesprochene Zone niedrigen Druckes durch Arabien bis zum westlichen Teile der Sahara, ja sogar weiter reicht der niedrige Luftdruck unter etwa 10° nördl. Br. bis in den Atlantischen Ozean. Von diesem nach Osten gehend, sehen wir eine immer weitere Verschiebung der Depression in der Nähe des Äquators nach Norden. Es sei auch zu bemerken, dass in Indien nur in den Tiefen und einem kleinen Raume im Westen bis zum unteren Indus der sommerliche Monsun von SW kommt, die indischen Meteorologen nennen ihn „The Arabian Sea branch of the monsoon", in dem Reste des Landes ist die Strömung von OSO (die „Bengal bay branch" des Monsuns). Im aussertropischen Ostasien ist der Sommermonsun SO

## 16. Nebel und Wolken.

**Die Schätzung der Bewölkung** ist, wie jeder meteorologische Beobachter weiss, sehr schwierig und der persönlichen Willkür dabei

[1]) Meteorol. Zeitschr. 1893. p. 109.

der grösste Spielraum gegeben. Dr. Kassner bespricht nun eine neue Methode der Bewölkungsschätzung [1]). Dieselbe wird in folgender Weise geübt: Man denke sich zwei grösste Halbkreise durch den Ost- und Westpunkt und den Nord- und Südpunkt gelegt, die sich im Scheitelpunkte des Himmelsgewölbes schneiden; es entstehen so 4 Viertelkreise, die Nord-, Ost-, Süd- und Westquadrant heissen sollen. An jedem dieser Quadranten wird nun durch Schätzung bestimmt, wieviel Zehntel von ihm durch Wolken bedeckt sind, und dann aus der Summe der vier erhaltenen Zahlen mittels der Division durch vier derjenige Wert erhalten, der statt der bisherigen Bewölkungsangabe zu nehmen ist. Es kann nun eingewendet werden, dass man bei dieser neuen Methode Zahlen nicht mehr für die ganze Himmelsbedeckung, sondern für beliebig herausgegriffene Strecken am Firmamente erhält. Aber mit viel grösserem Rechte kann dieser Nachteil dem entgegengesetzten Verfahren — der Aufzeichnung der Sonnenscheindauer durch die Heliographen oder Sonnenschreiber — zum Vorwurfe gemacht werden, wo man sich nicht nur auf eine Linie am Himmel beschränkt, die überdies nicht einmal durch das Zenith geht, sondern wo auch deren einzelne Punkte nach dem jeweiligen Sonnenorte in voneinander verschiedenen Zeitpunkten zur Beobachtung kommen.

Ausser dem schon genannten Vorzuge der neuen Methode, dass bei ihr Linien statt Flächen geschätzt werden, ist noch ein anderer Vorteil zu nennen, dass nämlich die Aussicht von der Beobachtungsstation eine vollkommen ungehinderte nicht zu sein braucht, da es genügt, zwei einander nahezu senkrecht schneidende grösste Halbkreise überschauen zu können. Steht z. B. im Osten vielleicht ein Haus im Wege, so kann man ein- für allemal etwa einen NO-, SO-, SW- und NW-Quadranten der Schätzung zu grunde legen. Von wesentlichem Einflusse aber auf das Resultat auch der neuen Methode ist ein Umstand, der die grösste Beachtung verdient: das scheinbar plattgedrückte, nicht halbkugelförmige Himmelsgewölbe. Bekanntlich erscheint uns infolge einer eigentümlichen Urteilstäuschung der Zenith näher als irgend ein Punkt des Horizontes, weil uns für die Höhe der Massstab fehlt, den wir bei dem Horizonte in dem zwischen ihm und uns gelegenen Gelände durch Berg und Thal und Dorf und Feld haben. Die nächste Folge dieser Täuschung ist die, dass uns nun das ganze Himmelsgewölbe am Rande weiter von uns entfernt scheinen muss als an seinen höchsten Punkten, oder dass uns mit anderen Worten das Himmelsgewölbe flach und nicht halbkugelförmig vorkommt. Diese Erscheinung hat nun grosse Bedeutung für die Wolkenschätzung, da naturgemäss an einem so gestalteten Himmel eine Wolke je nach ihrem Orte verschieden geschätzt werden kann.

Dr. Kassner zeigt, dass die vorgeschlagene Methode sehr gute

[1]) Das Wetter 1893. p. 217 u. ff.

Ergebnisse liefert, jedenfalls ist sie unbedingt zuverlässiger als die bisherige.

**Irisierende Wolken.** Prof. H. Mohn berichtet über Wolken von eigentümlichen Farben, die mehrmals in Christiania beobachtet wurden [1]). Sie werden nach ihren am meisten ins Auge fallenden Kennzeichen als Perlmutterwolken oder irisierende Wolken bezeichnet, indem sie sich mit prachtvollen Spektralfarben sowohl in ihrer Mitte als an ihren Rändern zeigen. Prof. Mohn giebt folgende Statistik der Häufigkeit dieser Wolken:

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1871 | 3 Tage | 1877 | 0 Tage | 1883 | 0 Tage | 1889 | 4 Tage |
| 1872 | 0 „ | 1878 | 0 „ | 1884 | 3 „ | 1890 | 4 „ |
| 1873 | 0 „ | 1879 | 0 „ | 1885 | 5 „ | 1891 | 2 „ |
| 1874 | 1 „ | 1880 | 0 „ | 1886 | 5 „ | 1892 | 5 „ |
| 1875 | 1 „ | 1881 | 1 Tag | 1887 | 5 „ | | |
| 1876 | 0 „ | 1882 | 3 Tage | 1888 | 0 „ | | |

Vor 1871 finden sich keine Beobachtungen von irisierenden Wolken in Christiania. Es ist nicht möglich, zu entscheiden, ob diese Erscheinung früher gesehen worden ist, ohne notiert zu werden, oder ob sie seit dem genannten Jahre neu ist.

Man sieht, dass die irisierenden Wolken einige Jahre fehlen, ja in Reihen von Jahren, wie im ganzen Lustrum 1876—1880. Durchschnittlich fallen 42 Tage auf die 22 Jahre 1871—1892 oder fast 2 Tage per Jahr.

Die vor 1883 gesehenen irisierenden Wolken schliessen einen Zusammenhang mit dem Ausbruche des Krakatau aus. Aber bemerkenswert bleibt es, dass ihre Häufigkeit seit 1885, dem Jahre, in welchem „die leuchtenden Nachtwolken“ zuerst in Berlin gesehen wurden, durchschnittlich offenbar zugenommen hat.

Zahl der Tage mit irisierenden Wolken in den Monaten

| | Jan. | Febr. | März | April | Mai | Juni | Juli | Aug. | Sept. | Okt. | Nov. | Dez. | Summe |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1871–92 | **16** | 6 | 3 | 0 | 1 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 | 11 | 42 |
| % | **38.1** | 14.3 | 7.1 | 0 | 2.4 | 2.4 | 4.8 | 0 | 0 | 0 | 4.8 | 26.2 | 100 |

Die Häufigkeit ist ganz überwiegend in den Wintermonaten und am grössten im Januar, der fast eben so viele Fälle hat als Dezember und Februar zusammen. Aber im Sommer kommen auch einige Fälle vor. Im April, August, September und Oktober sind die irisierenden Wolken nicht gesehen worden. Die Erscheinung ist also, obwohl nicht ausschliesslich, so doch am häufigsten ein Winterphänomen.

Tageszeiten mit irisierenden Wolken.

| Bei Sonnenaufgang | $2^h$ p m. | bei Sonnenuntergang |
|---|---|---|
| 19 | 18 | 23 mal |

Die Erscheinung ist also etwas häufiger beobachtet worden beim Untergange der Sonne als bei Aufgang derselben und am frühen Nachmittage. Der Unterschied ist indessen so gering, 4—5 Fälle von 50 oder 8—10%, dass es scheint, dass die Erscheinung wesent-

[1]) Meteorol. Zeitschrift 1893. p. 81.

lich unabhängig von der Tageszeit ist. Dass sie nachts nicht gesehen wird, bezeichnet sie als ein zu unserer Atmosphäre gehöriges terrestrisches Phänomen, welches das Sonnenlicht als Existenzbedingung hat.

Folgendes sind die berechneten Höhen dieser Wolken:

| Tag | Ort | Höhe | Beobachter |
|---|---|---|---|
| 19. November 1885, | Christiania | 23 *km* | Geelmuyden. |
| 28. Dezember 1885, | Sunderland | 37 „ | Backhouse |
| 28 „ 1885, | „ | 113 „ | Davison, Patterson. |
| 15. Januar 1890, | Christiania ca. | 130 „ | Mohn. |
| 19. Dezember 1892, | „ | 107 „ | „ |
| 19. „ 1892, | „ | 124 „ bis 140. | „ |

„Diese Zahlen zeigen, dass die Wolken, welche unter gewissen Umständen irisieren, jedenfalls sehr hoch liegen, wenigstens doppelt so hoch wie die echten Cirruswolken (10 *km*), oft höher als die Luftlagen, welche das Licht von dem oberen Rande des Dämmerungsbogens reflektiert (ca. 60 *km*), oft höher als die „leuchtenden Nachtwolken“, welche im Sommer (besonders in Berlin, auch hier) beobachtet worden sind (82 *km*) und bisweilen fast eben so hoch wie die Nordlichter, welche als Bogen in Christiania gesehen werden, da diese nach Fearnley's Bestimmung ihre untere Grenze in einer Höhe von 20 geogr. Meilen oder 150 *km* haben. Nur an 2 Abenden, 11. Januar 1882 und 19. Dezember 1892, ist in Christiania schwaches Nordlicht, tief im Norden, an denselben Tagen notiert worden, an welchen irisierende Wolken gesehen worden sind. Der 4. Juli 1886 ist der einzige von solchen Tagen, an welchen ein Hof um die Sonne notiert worden ist.“

Bezüglich der optischen Seite der Erscheinung sagt Prof. Mohn:

„Es ist nicht ganz leicht, das Aussehen der irisierenden Wolken zu beschreiben. Die Beobachter bezeichnen sie oft als Cirrus oder Cirrostratus, ein einziges Mal als Cirrocumulus. Es wird auch von einer Ordnung in Streifen gesprochen, zum Teile konvergierend, zum Teile mehr oder minder horizontal. Nicht selten wird der Ausdruck „gewässert“ vom Aussehen gebraucht. Dies gilt sowohl den farbigen als den weissen Partien. Die Farben treten auf verschiedene Weise auf. Wolken, sonst weiss, cirrusähnlich „gewässert“, haben farbige Ränder, teils an allen Seiten rings umher, teils an einer oder an einigen Seiten Solche farbige Säume können in längeren horizontalen Reihen liegen. Wenn die Erscheinung prachtvoll ist, sieht man ganze Wolken mit einer ziemlich einfarbigen Fläche und Spektralfarben an allen Rändern. Sie haben sehr oft rautenförmige, linsenförmige oder ovale Umrisse, den grösseren Durchmessern horizontal, und erinnern an ein Auge. Der Himmelsgrund zwischen solchen Wolken hat gewöhnlich oder sehr oft eine eigentümliche, fremde, gleichförmige Farbe, graubraun, blauweiss, „opalisierend“, grün, welche vom Horizonte ab sich gegen den Zenith allmählich verliert und in das gewöhnliche Himmelsblau übergeht, insofern sich dieses überhaupt rein vorfindet. Wenn prachtvolle farbige „Augen“ auf einem solchen gleichförmig gefärbten Himmelsgrunde dastehen, ist man ganz im Zweifel, ob man sagen soll, dass man die Wolke als eine Öffnung in diesem Grunde sehe, oder hinter demselben durch ein Loch im Grunde oder vor demselben. Einige Male sieht man in und in der Nähe von dem Vertikale der Sonne den einen horizontalen Rand einer

Wolke mit einem Glanze wie eine Nebensonne leuchten. Die Farben der Wolken sind bisweilen ziemlich konstant in längerer Zeit, oft aber sind sie rasch wechselnd, wie auch die Form und Grösse der Wolken. Mehrere Beobachtungen, sowohl aus Christiania als aus Schottland und England, gehen darauf hinaus, dass die Wolken ihre Farben verlieren, wenn der Winkelabstand von der Sonne grösser wird, und zuletzt weiss werden.

Wenn man die Farben der irisierenden Wolken betrachtet, ihre Farbentöne und deren Reihenfolge, kann man kaum darüber in Zweifel sein, dass sie Interferenzfarben sind. Wie wir gesehen haben, gruppiert das ganze Phänomen sich um die Sonne als seinen Mittelpunkt. Während aber andere Interferenzerscheinungen, wie die kleinen Ringe um Sonne und Mond, der Regenbogen mit seinen überzähligen Bogen, Bishop's Ring, die Form von Kreisen annehmen mit der Sonne als Mittelpunkt, wie auch die Phänomene thun, welche, wie die grossen Höfe und Ringsysteme um Sonne und Mond, durch die Brechung und Spiegelung des Lichtes entstehen, so zeigen die irisierenden Wolken eine bunte, geometrisch gesetzlose Zusammenstellung von Farben, im grossen zwar von der gegenseitigen Stellung zur Sonne abhängig, aber ohne irgend welche handgreifliche Verbindung zwischen Ort und Qualität der Farbe und Winkelabstand von der Sonne

Wie mehrere Beobachter bemerken, erinnert die Erscheinung an Newton's Ringe oder an die Farben dünner Blättchen, und in der That ähneln die Farben denjenigen in Perlmutter, in Seifenblasen, in Ölschichten auf Wasser, an gefrorenen Fensterscheiben mit einer dünnen Eisbelegung u. s. w. Beruhen die Farben auf der Reflexion des Sonnenlichtes von beiden Grenzflächen von dünnen Scheiben, so müssen diese, wenn das Licht das Auge des Beobachters treffen soll, ihre Normale in der Ebene durch die Sonne und das Auge haben, und die Normale muss den Winkel zwischen dem direkten Sonnenstrahle und der Linie zwischen dem Wolkenpunkte und dem Auge halbieren. Diejenigen Platten, welche diese Stellung haben, bringen Licht nach dem Auge, und die Farbe ist abhängig von der Dicke der Platte, ihrem Brechungsexponenten und dem Einfallswinkel des Lichtes. Vorausgesetzt, dass die Wolken immer und überall aus demselben Stoffe bestehen, wird die Farbe im selben Einfallswinkel von der Dicke der Platte abhängig sein, und unter Annahme verschiedener Dicke konnte man also die Unterschiede der Farben in demselben Einfallswinkel oder Winkelabstande von der Sonne erklären. Der Einfallswinkel ist gleich dem Komplement zu dem halben Ablenkungswinkel. Da die Intensität des direkt reflektierten Strahles grösser ist als die des zweimal gebrochenen und einmal reflektierten, mit dem er interferiert, könnte die Erscheinung, welche ich mit einer Nebensonne verglichen habe, durch Platten erklärt werden, welche fast horizontal liegen in der Nähe der Geraden zur Sonne. Die schiefe Inzidenz giebt dem direkten Strahle eine grosse Intensität.

Es ist auffallend, dass die Farben sich verlieren, und das Licht weisser wird bei grösseren Ablenkungswinkeln, kleineren Einfallswinkeln, dass sie fehlen für Ablenkungswinkel zwischen 40° und 144°, resp. Einfallswinkel 70° und 18°, während sie sich bei kleineren Einfallswinkeln wieder zeigen. Weitere Beobachtungen sind hier nötig, um dies zu konstatieren oder zu korrigieren. Dass die Farben bei dem Ablenkungswinkel 180° oder Einfallswinkel 0° nicht gesehen werden, mag darin seinen Grund haben, dass der scheinbare Gegensonnenpunkt in der Regel entweder unter dem Horizonte oder in dem Erdschatten liegt Eine Verbindung zwischen der Stellung der Platten in 45° und darum gegen die Gesichtslinie und dem Fehlen der Irisierung habe ich nicht auffinden können.

Diese Lücke ist, insofern sie sich bestätigt, günstiger für die Erklärungsweise, welche James C Mc. Connell giebt, und welche darauf hinausgeht, dass die Farben durch fast zylindrische, prismatische Säulen hervorgebracht werden, welche ihre Axe senkrecht auf der Ebene Sonne-Säule-Auge haben und wie Gitter wirken. Sind die Farben Gitterbeugungs-

spektra, so werden sie sich bei grösseren Ablenkungswinkeln verlieren und zu weiss übergehen. Zwar wird das Licht schwächer, je grösser die Abbeugung ist, aber in dem Nachtdunkel leuchtet es dem Auge wie Sternenlicht. Irisierung auf der Gegensonnenseite des Himmels könnte durch Gitterbeugung durch Reflexion erklärt werden, Nebensonnen durch direkte Spiegelung von Prismenflächen und möglicherweise die Farbe des Himmelsgrundes auf ähnliche Weise wie Bishop's Ring.

So ganz einfach scheint mir die Erklärung nicht zu sein. Prof. Torup hat die irisierenden Wolken durch ein Nicol-Prisma beobachtet und gefunden, dass die Farben sich beim Drehen des Prismas änderten. Ihr Licht ist also polarisiert, die Polarisationsebene wurde aber nicht bestimmt.

Es sind weitere Beobachtungen notwendig, um unsere Erkenntnis weiter zu führen Diese Beobachtungen müssen hauptsächlich darauf zielen, die Lage der Wolken im Raume, ihre Bewegung und die Beschaffenheit des Lichtes herauszufinden.

Die Bestimmung der Lage im Raume kann dadurch geschehen, dass man Höhe. Azimut und Verschwindungsmoment der Wolken beobachtet. Hierzu und zu der Bestimmung der Bewegung hat man gute Instrumente in dem Nordlichttheodoliten oder dem Photogrammeter. Die Orientierung nach den Sternen mag auch gute Dienste leisten. Bei der Bestimmung der Lage und der Bewegung durch Parallaxe muss man darauf achten, denselben Punkt der Wolke von den verschiedenen Standpunkten zu visieren Hierzu taugen die Farben nicht, denn wenn diese Interferenzfarben sind, ist das Farbenbild nicht reell, sondern jedes Auge sieht sein eigenes Bild.

Das Licht muss auf seine Polarisation untersucht werden, und ebenso spektroskopisch analysiert, wodurch man in den Stand gesetzt werden kann, die Ordnung der Spektralfarben zu bestimmen, was weiter zur besseren Erkenntnis der Konstitution und der Natur des Wolkenstoffes führen mag.

Die meteorologischen Umstände beim Erscheinen der irisierenden Wolken müssen natürlich so scharf und umständlich als möglich ins Auge gefasst werden."

**Höhen und Geschwindigkeiten der Wolken, beobachtet am Blue Hill Observatorium bei Boston [1]).** Dieselben sind von H. Clayton und S. P. Fergusson in den Jahren 1886—1891 bestimmt worden. Prof. Hildebrandsson giebt von dieser wichtigen Arbeit eine eingehende Analyse [2]), von der folgendes ein das Wichtigste umfassender Auszug ist.

Es wurden 4 Methoden der Messung angewendet: 1. Die unteren Flächen der niedrigsten Wolken liegen bisweilen unterhalb des Gipfels von Blue Hill (126 *m* über der umgebenden Ebene). In diesen Fällen wird die Höhe direkt beim Heruntersteigen des Berges beobachtet.

2. Die Beleuchtung der unteren Flächen der Wolkenschichten durch das Licht entfernter Städte. Die Methode wurde zuerst von La Cour in Kopenhagen angewendet.

3. Vom Gipfel des Blue Hill werden die Schatten der Wolken auf dem flachen Lande umher beobachtet; die beobachteten wirklichen Geschwindigkeiten zwischen zwei bekannten Orten und die Winkelgeschwindigkeit geben die Höhen.

---

[1]) Ann. of the Astron. Obs. of Harvard College **30.** 3. Teil.

[2]) Meteorol. Zeitschrift 1893. p. [43].

4. Sämtliche Beobachtungen mit Mohn'schen Theodolithen auf dieselbe Weise wie in Schweden ausgeführt. Länge der Basis 1178.4 *m*. Die letzte Methode hat sich als die zuverlässigste erwiesen. Beobachtungen an dem Monde zeigten, dass die gleichzeitige Einstellung auf denselben Punkt mit einer Genauigkeit von mindestens 0.1° geschah. Wie in Upsala fand man, dass die grösste Schwierigkeit darin besteht, dass erstens Punkte von hinlänglicher Schärfe selten vorkommen, und zweitens die Formen sich so schnell ändern, dass es schwierig war, denselben Punkt länger als 3—4 Minuten zu verfolgen.

Die Wolken, besonders die höheren Formen, gehen in Blue Hill im Sommer höher als in Schweden. Eine Zusammenstellung der Maximalhöhen zeigt, dass die grössten gemessenen Höhen in Blue Hill 14930 *m*, in Upsala 13376 *m*, in Storlien 10419 *m* und in Kew (England) 13664 *m* sind. Die obere Grenze der Cirrusregion scheint also in der gegenwärtigen Zone zwischen 13000 *m* und 15000 *m* zu liegen.

Eine Untersuchung über die tägliche Variation in der Höhe der unteren Fläche der Cumuli gab folgendes Resultat:

| $8-11^h$ a. m. | $11^h-2^h$ a. m. | $2-5^h$ p. m. |
|---|---|---|
| 1439 *m* | 1777 *m* | 1513 *m*. |

Die Höhe ist also wie in Storlien am grössten um die Mittagszeit. Eine ähnliche Zusammenstellung für andere Formen wäre sehr interessant gewesen, denn die Resultate sind, wie oben gesagt, in dieser Hinsicht in Upsala wie in Storlien verschieden.

Die Höhe der Cumuli ist im Frühlinge ebenso gross wie im Sommer, und die Verfasser erklären diese Thatsache dadurch, dass die relative Feuchtigkeit der Luft im Frühlinge am geringsten, die Lufttemperatur aber im Sommer am grössten ist.

Die Geschwindigkeit der Wolken ist im Winter viel grösser als im Sommer. Stellt man die Wolken nach ihrer Höhe zusammen, so erhält man:

| Höhe (*m*) | Geschwindigkeit (*m* per Sek.) Sommer | Winter |
|---|---|---|
| 200— 1000 | 7.5 | 8.8 |
| 1000— 3000 | 8.2 | 14.7 |
| 3000— 5000 | 10.6 | 21.6 |
| 5000— 7000 | 19.1 | 49.3 |
| 7000— 9000 | 23.5 | 54.0 |
| 9000—11000 | 31.1 | — |
| 11000—13000 | 35.2 | — |

Für eine Zunahme von 1 *m* in der Höhe wächst die Geschwindigkeit folglich im Sommer um 0.0027 und im Winter um 0.0065 *m* pro Sekunde.

Ein interessantes Resultat ist, dass in derselben Höhe geballte Formen, wie Cirro-Cumuli, Alto-Cumuli, schneller gehen als die schleierartigen, wie Cirro-Strati, Alto-Strati. Dies gilt zu allen Jahreszeiten. Die höchste beobachtete Geschwindigkeit ist 103 *m* pro Sekunde. Es scheint, als wäre die Geschwindigkeit der Wolken



Taf. 5

Cirrusgewölk

aufgenommen von W. Prinz

in Amerika grösser als in Europa, was ohne Zweifel mit der schnelleren Bewegung der barometrischen Depression in Amerika zusammenhängt.

Die Bewegungsrichtung der Wolken nach dreijährigen Beobachtungen ist zuletzt zusammengestellt in Prozenten für jeden Monat und für die den 5 Etagen Vettins entsprechenden Höhen: Cirrus-, Cirro-Cumulus-, Alto-Cumulus-, Cumulus- und Stratus-Höhe. Für die typischen Monate Januar und Juli sind die Resultate hier zusammengestellt.

Januar.

| | Cirrus (9000 *m*) | Cir.-Cm. (7000 *m*) | Alto-Cm. (4000 *m*) | Cirrus (1600 *m*) | Stratus (500 *m*) |
|---|---|---|---|---|---|
| N | 0 | 1 | 0 | 5 | 5 |
| NW | 21 | 8 | 5 | 29 | 45 |
| W | 66 | 68 | 50 | 27 | 10 |
| SW | 13 | 23 | 45 | 18 | 15 |
| S | 0 | 0 | 0 | 7 | 15 |
| SO | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 |
| O | 0 | 0 | 0 | 9 | 5 |
| NO | 0 | 0 | 0 | 3 | 5 |
| **Juli.** | | | | | |
| N | 13 | 20 | 13 | 9 | 11 |
| NW | 33 | 24 | 20 | 22 | 7 |
| W | 34 | 47 | 43 | 41 | 7 |
| SW | 17 | 8 | 21 | 20 | 33 |
| S | 1 | 1 | 1 | 2 | 19 |
| SO | 0 | 0 | 0 | 1 | 6 |
| O | 1 | 0 | 0 | 2 | 2 |
| NO | 1 | 0 | 2 | 3 | 15 |

Bemerkenswert ist die fast ausschliessliche Bewegung aus West, besonders in den höheren Schichten oberhalb 4000 *m*. Etwa 90% fallen dort zwischen NW und SW.

Zur Vergleichung haben Verf. entsprechende Werte für Upsala für die Zeit vom 1. Juli 1880 bis 31. März 1893 berechnet. (Stratus ist nicht berechnet.)

Winterhalbjahr Oktober—März.

| | Cir. u. Cir.-Stratus | Cir.-Cm. | Alto-Cm. u. Alto-Str. | Nb., Str.-Cm., Cm. |
|---|---|---|---|---|
| N | 18 | 17 | 15 | 13 |
| NW | 32 | 31 | 27 | 10 |
| W | 22 | 26 | 25 | 18 |
| SW | 12 | 17 | 15 | 22 |
| S | 6 | 2 | 8 | 13 |
| SO | 3 | 0 | 2 | 8 |
| O | 2 | 2 | 3 | 7 |
| NO | 5 | 5 | 5 | 9 |
| **Sommerhalbjahr April—September.** | | | | |
| N | 11 | 10 | 12 | 11 |
| NW | 20 | 20 | 18 | 12 |
| W | 25 | 26 | 26 | 20 |
| SW | 20 | 21 | 19 | 22 |
| S | 12 | 12 | 11 | 11 |
| SO | 4 | 5 | 4 | 7 |
| O | 5 | 5 | 5 | 7 |
| NO | 3 | 4 | 5 | 10 |

Die grosse Übereinstimmung in den Bewegungen der drei obersten Schichten springt sofort in die Augen. Ein merklicher Unterschied zwischen Upsala und Blue Hill besteht darin, dass die oberen Wolken in Upsala im Winter sich mehr aus Nord bewegen als im Sommer, während das entgegengesetzte in Blue Hill der Fall ist. Die Verf. suchen es dadurch zu erklären, dass die oberen Winde eine Tendenz haben sollen, um die Gebiete niedriger Temperatur zu zirkulieren, in derselben Weise, wie die Winde um ein Gebiet mit niedrigem Luftdrucke. Folglich müssten sie im Winter auf der Westküste eines kalten Kontinentes mehr nördlich, auf der Ostküste dagegen mehr südlich wehen.

**Photographische Wolkenaufnahmen** hat wiederholt W. Prinz von der Brüsseler Sternwarte ausgeführt. Am schwierigsten erwiesen sich die cirrusartigen Wolken. Eine sehr schöne Aufnahme von Prinz, nach welcher das Gewölke später hell auf blauem Himmelsgrunde ausgeführt wurde, ist auf Tafel V in Chromolithographie reproduziert.

## 17. Niederschläge.

**Tägliche und stündliche absolute Maxima der Regenmenge**[1]. Mascart teilt mit, dass am 1. Oktober 1892 zu Marseille ein Gewitterregen 150 *mm* Niederschlag in 2 Stunden und 210 *mm* in 4 Stunden lieferte.

Renou bemerkte, dass im Jahre 1868 zu Perpignan ein Regenguss in 2 Stunden 390 *mm* Wasser lieferte. Zu Vendome gab ein Gewitterregen im Oktober 1866 eine Regenmenge von 56 *mm* in 40 Minuten.

Knipping's Bericht über die Sündflut auf der Kii-Halbinsel in Japan am 19. August 1889 enthält allerdings noch viel horrendere Regenmengen, und zwar bis zu 90 *cm* in 24 Stunden.

**Grosser Regenfall in Queensland.** Omar Jonas berichtet, dass nach seinen Aufzeichnungen an einer Station in der D'Aguilar Range (Seehöhe 430 *m*) folgende Regenmengen gemessen wurden

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 31. Januar | 1893 | 274 *mm* | | 6. Februar | 1893 | 38 *mm* |
| 1. Februar | 1893 | 509 „ | | 7. „ | 1893 | 15 „ |
| 2. „ | 1893 | 907 „ | | 8. „ | 1893 | 7 „ |
| 3. „ | 1893 | 273 „ | | 9. „ | 1893 | 18 „ |
| 4. „ | 1893 | 41 „ | | 10. „ | 1893 | 223 „ |
| 5. „ | 1893 | 7 „ | | 11. „ | 1893 | 41 „ |

**Untersuchungen über die Bildung des Taues** hat R. Russell angestellt[2]. Dieselben bestätigen im allgemeinen die Ergebnisse, zu denen Wollny gelangte[3]. Die Thatsachen, welche beweisen, dass ein grosser Teil des gebildeten Taues aus dem Dampfe von der

---

[1]) Meteorol Zeitschrift 1893. 4. Heft. p. 140.
[2]) Ref. in der Naturwiss. Rundschau 1393. Nr. 19. p. 235.
[3]) Klein, Jahrbuch 3. p. 294.

Erde stammt, sind: 1. Eine grosse Menge Tau wurde ganz regelmässig nach klaren Nächten im Inneren abgeschlossener Gefässe über Gras und Sand gefunden. 2. Sehr wenig oder gar kein Tau wurde im Inneren von Gefässen gefunden, die über Platten auf dem Boden umgekehrt waren. 3. Mehr Tau wurde gefunden an der unteren Seite einer quadratischen, ein wenig hervorragenden Porzellanplatte über Gras oder Sand, als an der unteren Seite einer ähnlichen Platte, die auf der ersteren lag. 4. Die unteren Seiten von Steinen, Schiefern und Papier auf Gras oder Sand waren viel mehr betaut als die oberen Seiten. Die flache, hölzerne Rückwand des Minimumthermometers, das an klaren Abenden auf Erde, Sand oder Gras lag, war regelmässig früher nass als die obere Seite. 5. Die unteren Seiten von Glasplatten, 1 oder 2 Zoll über Gras, waren ebenso sehr oder mehr betaut als die oberen Seiten. 6. Blätter an Büschen, auf dem Boden liegende Blätter und Grashalme waren ziemlich gleich betaut an beiden Seiten. 7. Das Innere von auf Gras umgestülpten, geschlossenen Gefässen, die mit zwei anderen umgestülpten Gefässen einer schlecht leitenden Substanz bedeckt waren, war dick betaut, und das Gras in den drei ringförmigen Einschlüssen war gleichfalls dick betaut. 8. Die Tauablagerung auf dem Inneren geschlossener Gefässe, die auf trockener Gartenerde umgestülpt waren, war viel geringer als über Sand oder Rasen, obwohl die pulverförmige Beschaffenheit der Erde am Morgen zeigte, dass keine Ablagerung aus der Luft an ihrer Oberfläche während der Nacht stattgefunden. 9. Gewöhnlich wurde eine grössere Menge Tau im Inneren von Gefässen abgelagert, wenn die Erde in geringer Tiefe unter der Oberfläche feucht war, als wenn die Erde sehr trocken gewesen. 10. Die Temperatur des Raumes unter einer Glasplatte oder einem anderen Objekte, das nahe der Bodenoberfläche aufgehängt war, war höher als die der oberen Fläche des Objektes, und trotzdem war eine feuchte Schicht zuerst an der unteren gebildet.

Die Wirkung des Grases auf die Taubildung rührt her 1. von seinem Strahlungsvermögen, das seine Oberfläche unter den Taupunkt abkühlt; 2. von der Abkühlung der Luftschicht in und über dem Grase auf eine viel niedrigere Temperatur als die der Luft einige Fuss höher; 3. von der Behinderung jedes leichten Luftzuges und jedes Windes in einer nahezu ruhigen Nacht durch das Gras und von dem ruhigen Niedersinken einer kalten, schweren Schicht; 4. von der Behinderung des Austrocknens durch Sonne und Wind, das auf nacktem Boden stattfindet, und von der Feuchtigkeit der Erde, welche daher unter Gras nahe der Oberfläche existiert, selbst bei trockenem Wetter; 5. von der Dampfexhalation aus dem Grase,

Steine von sandiger Zusammensetzung oder von feinem Gefüge, wie Feuerstein, Kiesel und Schiefer, sind in klaren Nächten nicht oft sichtbar betaut oder bereift an ihrer obersten Seite; an ihren Oberflächen, welche den Boden berühren oder ihm nahe sind, werden sie hingegen stark betaut und bereift. Ein mässiges Strahlungs-

vermögen, ihre gewöhnliche Lage fern von Gras und Pflanzenwuchs und bei den feinkörnigen Steinen ein besseres Leitungsvermögen, hindern die Ablagerung von viel atmosphärischer Feuchtigkeit an ihren exponierten Seiten. Wenn aber mit Dampf stark geschwängerte Luft auf sie in einem abgeschlossenen Raume trifft, wie z. B. an ihren unteren Seiten, so tritt Kondensation leicht ein, gerade so, wie sie stattfinden würde, wenn irgend eine Substanz, sogar poliertes Metall, über die Mündung eines Kessels mit siedendem Wasser gehalten wird. Es ist klar, dass, da die Steine als Kondensatoren für den beständig aus dem Boden aufsteigenden Dampf wirken, und da die Sonnenwärme und die Lufttemperatur am Tage nur wenig die Temperatur der Erde unmittelbar unter einem grossen Steine erhöhen, während die Wärmestrahlung des Steines und die niedere Lufttemperatur in der Nacht die untere Seite des Steines eher kalt machen, eine sehr grosse Menge Feuchtigkeit an seiner unteren Fläche in je 24 Stunden abgelagert werden muss, und der Boden, auf dem er ruht, muss in unserem Klima stets sehr feucht bleiben.

Windstille ist der Taubildung sehr günstig. Sie gestattet den Dampfteilchen in der Luft, hinreichend lange mit den kalten, strahlenden Substanzen in Berührung zu bleiben, um stark abgekühlt und somit auf ihnen kondensiert zu werden; ferner verhütet sie die Zerstreuung der dem Boden nahen Luftschicht, welche dauernd abgekühlt wird durch Kontakt und Strahlung. So bildet sich der Tau immer weiter, während die Luft unter ihren ursprünglichen Taupunkt tiefer und tiefer sinkt, und während durch eine sehr schwache Bewegung ein Austausch unterhalten wird zwischen der wärmeren Luft, welche den Boden unter dem Grase berührt, und zwischen verschieden abgekühlten Schichten und Teilen der Luft über demselben.

Freie Strahlung oder exponierte Lage ist vielleicht die wirkungsvollste Ursache des Taues in sehr vielen Nächten des Jahres. In einer ebenen Gegend bedecken sich diejenigen Teile eines Feldes, welche am wenigsten durch Bäume und Hecken geschützt sind, mehr mit Tau und Reif in windstillen Nächten. Ähnlich werden diejenigen Teile eines flachen Körpers, wie eine Glasscheibe oder ein Blatt Papier, welche die am meisten ununterbrochene Exposition gegen den Himmel haben, betaut. Die Spitzen der Gebüsche, Pfeiler, Stakete, umgekehrten Trinkgläser, Pflanzen u. s. w. sind in ruhigen Nächten, zuweilen auch in solchen mit schwacher Brise, stärker betaut als die Seiten. Grössere Kälte infolge stärkerer Strahlung erzeugt in diesen Fällen stärkere Ablagerung aus der abgekühlten Luft, welche mit den freistrahlenden Oberflächen in Berührung kommt. Es muss jedoch beachtet werden, dass die Strahlung an feinen Spitzen, z. B. an den Spitzen scharfer Dornen, nicht ausreicht, um in Luft, die nicht sehr feucht ist, entgegenzuwirken der Wirkung des beständigen Anprallens von Luft, die über dem Taupunkte und von höherer Temperatur ist. Nahe am Boden verhält

es sich anders, denn hier ist die Temperatur der unteren Luftschicht tiefer und liegt gewöhnlich um den Taupunkt, dort herrscht geringe Bewegung, und der Dampf vom Boden steigert noch die Feuchtigkeit, aber selbst in dieser Lage sind die Spitzen der Gräser u. s. w. oft weniger betaut als die Seiten.

Dass freie Strahlung keineswegs notwendig ist für die Bildung starken Taues auf Gras, wird bewiesen durch die Experimente während des Sommers 1892. Das Gras wurde bei trockenem Wetter stark betaut gefunden innerhalb dreier Einschlüsse mit irdenem Geschirre, durch welche die Strahlung aufgehalten war.

Da mit hohlen Gefässen bedecktes Gras und das Innere hohler Gefässe selbst dick mit Tau bedeckt wird, müsste es natürlich scheinen, dass Gras unter überhängenden Bäumen ebenso stark betaut werde, wie das auf einem Felde frei exponierte Gras, und dass die unteren Seiten der überhängenden Blätter gleichfalls feucht werden; dies ist jedoch nicht der Fall. Es giebt nun Unterschiede in den beiden Situationen, die ausreichend das Fehlen des Taues unter beblätterten Bäumen erklären. In erster Reihe ist in windstiller Nacht die Luft unter einem Baume wärmer als im Freien, da die Strahlung vom Boden unterbrochen ist. Zweitens kann der Dampf, wenn solcher von der Erde aufsteigt, sich nicht auf dem Grase, das sie bedeckt, kondensieren, weil das Gras nur wenig kälter ist als die Luft und der Dampf. Drittens, und hierin liegt der Hauptunterschied, bewegt sich die Luft unter dem Baume frei, und ihre Temperatur liegt über dem Taupunkte, während die Erde und andere Objekte, die sie berührt, wärmer sind als das Gras und die Luft draussen . . . Das Fehlen von Tau unter Bäumen und Gebüschen ist innerhalb bestimmter Grenzen annähernd proportional der bedeckten Grundfläche. Eine grosse Oberfläche trockenen Bodens, der allmählich seine Wärme abgiebt während der Nacht, hat eine mächtige Wirkung, die Kondensation zu verhüten. Kleine Gebüsche hingegen sind in einer feuchten, klaren Nacht oft stark betaut, selbst an ihren unteren Blättern.

**Beziehungen der Regenwahrscheinlichkeit zu den Querschnittsänderungen des Luftstromes im Indischen Ozeane** werden im Segelhandbuche der Deutschen Seewarte für den Indischen Ozean in folgender Weise entwickelt[1]): „Im allgemeinen sind die bestimmenden Ursachen der Regenverhältnisse in den Windverhältnissen mehr oder weniger klar erkennbar, besonders auf den Festländern, welche den Indischen Ozean umgeben, allein viele Einzelheiten bleiben vorläufig noch ohne Erklärung. Die Hauptzüge, die sich stets wiederholen, sind der Regenreichtum der Seewinde, besonders wenn sie gegen ein Gebirge treffen, und die Regenarmut der Landwinde und der von einem Gebirge herwehenden Winde; ferner der grössere Regenreichtum der Gebiete mit niedrigem Luft-

[1]) Meteorol. Zeitschr. 1893. p. 393.

drucke verglichen mit jenen hohen Druckes. Dass die Seewinde reicher an Regen sind, liegt teilweise — aber nur teilweise — daran, dass ihre Luft dampfreicher und namentlich relativ feuchter ist; die grössere Begünstigung der Luvabhänge und der Niederdruckgebiete im Vergleiche mit den Leeabhängen und Hochdruckgebieten liegt aber daran, dass auf jenen aufsteigende, auf diesen niedersteigende Luftbewegungen (oder ein Stagnieren der Luft) vorwalten; erstere erzeugen Wolken und Regen, letztere lösen sie auf.

Auf offenem Meere fällt natürlich der Einfluss der Gebirge als Erzeuger von vertikalen Luftbewegungen fort. Umsomehr muss eine andere Ursache dafür Bedeutung gewinnen, welche bisher noch nicht in diesem Zusammenhange hervorgehoben worden ist. Die Luftströmungen haben in den meisten Fällen auf lange Strecken hin eine gleichmässige Breite und keinen Raum, sich auszudehnen, ausser nach oben. Verfolgen wir nun z. B. ein Bündel paralleler Stromfäden im August etwa auf dem Wege Rodrigues - Seychellen - Bombay, so sehen wir sie südlich von 20° südl. Br. an Geschwindigkeit gewinnen, von 10° bis gegen 2° südl. Br. verlieren, weiterhin wieder bis etwa zu einer von Sokotra nach 65° östl. L. 5° nördl. Br. verlaufenden Kurve gewinnen und von da bis zu den West-Ghats abermals an Geschwindigkeit verlieren. Da nun doch durch jeden Querschnitt der ganzen Stromader stets dieselbe Menge Luft fliesst — denn die Druckverteilung und also Massenverteilung der Atmosphäre bleibt von Tag zu Tag ungefähr die gleiche und ändert sich nur langsam mit der jährlichen Periode —, so muss der Querschnitt der Ader sich umgekehrt proportional der Stromgeschwindigkeit ändern — abwechselnd zusammenziehen und ausdehnen. Da aber die horizontale Breite der Ader ungefähr dieselbe bleibt, so muss die Höhe derselben wechseln. (Man vergleiche das Diagramm auf S. 142 des „Segelhandbuches der Seewarte für den Indischen Ozean“.)

Auf dem Wege nach NW nimmt also die Höhe des Luftstromes südlich von 20° südl. Br. ab, zwischen 10° und 2° erheblich zu, auf dem weiteren Wege nach NO von dem Äquator bis 10° nördl. Br. wieder erheblich ab, von da ab bis zur Küste aber zu. Wo die Höhe zunimmt, müssen viele Luftmassen im Steigen und dementsprechend in Abkühlung durch Ausdehnung befindlich sein, wo sie abnimmt, da überwiegt das Sinken und die Erwärmung durch Zusammendrückung. Dementsprechend sind die ersteren Gebiete regenreicher als die letzteren. Dort, wo, wie wir im äquatorialen Kalmengürtel auf der Karte von Januar bis März sehen, Luftströme von verschiedenen Seiten mit verzögerter Bewegung zusammenfliessen, da muss die Aufwärtsbewegung und dementsprechend der Regen besonders stark sein, dort, wo, wie an der Polargrenze des Südostpassats, die Luftströme nach verschiedenen Seiten aus einem Gebiete hohen Luftdruckes auseinanderfliessen, muss das Absteigen und damit heiteres, trockenes Wetter die Regel bilden. In den Monaten Januar bis März bilden die Gegenden mit beschleunigter und ver-

zögerter Bewegung ziemlich regelmässige Zonen parallel dem Äquator über den Ozean, so zwar, dass zwischen 40° und 20° südl. Br. beschleunigte, zwischen 20° südl. Br. und 10° nördl. Br. verzögerte und nördlich von 10° wieder beschleunigte Bewegung überwiegt. Der Gegensatz in den Regenverhältnissen ist besonders nördlich und südlich von 10° nördl. Br. ein sehr in die Augen fallender. Im Sommer haben wir dagegen sowohl auf dem Arabischen als auf dem Bengalischen Meere eine Trennung zwischen beschleunigter Bewegung und Trockenheit im SW und verzögerter Bewegung und Regenreichtum im NO. Viel weniger trifft dies Verhältnis zu östlich von 100° östl. L, zwischen den Sundainseln und bei Australien, und überhaupt darf man es wohl nur als eine der den Regenfall beeinflussenden Bedingungen, aber sicherlich nicht als die dominierende ansehen, besonders nicht auf dem Lande und in dessen Nähe."

**Der trockene Frühling 1893.** Die Periode trockenen Wetters, welche mit dem letzten Drittel des März begann und bis fast zur Mitte des Mai andauerte, ist wegen ihrer zeitlichen wie räumlichen Ausdehnung höchst merkwürdig. Am schärfsten trat die Trockenheit auf im mittleren und nördlichen Frankreich, in Belgien und den Niederlanden, in England und Dänemark und in ganz Deutschland, sowie in Österreich und dem grössten Teile von Ungarn. Diese ausserordentliche Trockenheit war begleitet von hohem Luftdrucke, hohen Temperaturen und nördlichen bis östlichen Winden. Nach 40-jährigen Beobachtungen zu Köln hat hier durchschnittlich jeder Monat 11 Tage mit mehr als 0.2 *mm* Niederschlag, die wenigsten Regentage, nämlich durchschnittlich 9, hat der September, die meisten (durchschnittlich 12) der Dezember; März und April bleiben etwas unter dem Durchschnitte, sie haben zusammen im Mittel 21 Tage mit messbarem Niederschlage. Rechnet man nun jene Frühlingsmonate zu den trockenen, in welchen weniger als die Hälfte der normalen Zahl von Regentagen vermerkt wurden, so waren trocken: April 1852, März 1854 und 1856, April 1858, März und April 1864, April 1865, April 1869, März und Mai 1871, April 1874 und 1875, Mai 1880, April 1883. Nach einer so langen und intensiven Trockenheit wie diejenige des vorjährigen Frühlings sucht man vergebens. Dies gilt auch für das benachbarte Belgien. Vom 20. März bis zum 12. April ist in Brüssel kein Tropfen Regen gefallen, und vom 13. April bis zum 1. Mai fiel dort nur 0.5 *mm* Niederschlag. Untersucht man die jährliche Verteilung des Regens auf die einzelnen Monate, so findet man, dass die Monate April und Mai im nordwestlichen Europa unter allen Monaten am häufigsten durch lang dauernde Trockenheit bezeichnet sind. Gleichzeitig mit dieser Trockenheit sind nördliche bis östliche Winde vorherrschend, und diese treten auf mit hohem Barometerstande. So war es auch im Jahre 1893. Der hohe Luftdruck breitete sich von den britischen Inseln ostwärts hin aus zwischen 50° und 60° nördl. Breite und 10° westl. bis 20° östl. Länge von Greenwich, und er

bedingte die merkwürdige Trockenperiode des Frühjahres 1893. Woher kam aber diese Zone hohen Luftdruckes oder, um die meteorologische Bezeichnung zu gebrauchen, diese Anticyklone? Manche haben an die polaren Gegenden gedacht, an die Wanderung von Eismassen aus dem hohen Norden, an Veränderungen im Laufe des Golfstromes und dergl., allein diese Hypothesen sind gewiss irrig. Die mächtige Anticyklone, welche das nordwestliche Europa fast von Mitte März bis Mitte Mai überdeckte, kam aus den wärmeren Gegenden des Atlantischen Ozeans. Dort breitet sich im Winter zwischen 25° und 35° nördl. Br. von der afrikanischen Küste bis etwa 50° westl. L. von Greenwich ein Gebiet hohen Luftdruckes (von über 768 *mm* Barometerhöhe) aus, dessen Mitte im Januar ungefähr die Insel Madeira einnimmt. Diese Anticyklone wandert bis zum März langsam gegen Norden über die Azorischen Inseln hinaus. Bisweilen aber dehnt diese Fläche hohen Luftdruckes ihre Bewegung mehr nach Norden hin aus und erreicht selbst Irland und das westliche Europa. Das war 1875 und 1880 der Fall und in ausgedehnter Weise auch im Jahre 1893. Um den 18. März flutete der hohe Luftdruck gegen Westeuropa heran und dehnte sich über das Herz unseres Erdteiles aus, nahm aber am Ende des Monates wieder ab. Mit dem Beginne des April erfolgte ein neuer Vorstoss von Westen her, und der hohe Luftdruck blieb bis zum 16. vorzugsweise über der Nordsee, dann schwenkte er südwärts ab, aber am 27. erschien eine neue Luftwelle von Westen her. Während unter diesen Luftdruckverhältnissen das Wetter in Mitteleuropa trocken und heiter blieb, herrschte niedriger Luftdruck mit zahlreichen kleinen Depressionen über dem Teile der Erde, den sonst der erwähnte hohe Luftdruck im Winter und Frühlinge bedeckt. Das südwestliche Europa und Nordwestafrika hatten anhaltende Regenfälle, und ebenso zogen Depressionen über die Kanarischen Inseln und die Azoren hinweg. So ist es also die anomale Luftdruckverteilung, die aussergewöhnliche Verschiebung des barometrischen Maximums bei den Azorischen Inseln, welche uns die vorjährige Trockenheit des Frühlings gebracht hat. Im allgemeinen sind die Ursachen der wechselvollen Witterungsverhältnisse unseres Erdteiles nicht im Norden zu suchen; nicht in der nördlichen kalten, sondern in der heissen Zone befinden sich in Gestalt von Sonnenwärme die ungeheueren Kräfte, welche die atmosphärische Zirkulation bedingen und unterhalten. Dort liegen auch gewiss die Ursachen, welche die ungewöhnliche Verlegung des barometrischen Maximums der Azoren im verflossenen Jahre veranlassten, wenn wir dieselben zur Zeit im einzelnen auch noch nicht nachweisen können.

## 18. Winde und Stürme.

**Die Ermittelung der Luftströmungen in der Höhe** mit Hilfe von kleinen Freiballons hat Kremser zum Gegenstande ein-

gehender Studien gemacht[1]). Er bemerkt, dass solche Ballons unmittelbar, und je kleiner und leichter um so schneller, die Bewegung der umgebenden Luft annehmen, sie machen uns also die Strömungen in derjenigen Luftschicht gewissermassen sichtbar, in welcher sie sich gerade befinden. „Sowohl die Winde an der Erdoberfläche, wie in den darüber lagernden Schichten der Atmosphäre bis hinauf zu den grössten Höhen können wir also durch sie genau kennen lernen.

Grosse unbemannte Ballons erweisen sich zu einem methodischen Studium der vorliegenden Frage als nicht sehr geeignet, denn ihrer häufigeren Verwendung ist die Kostspieligkeit ein wesentliches Hindernis, und ferner gestattet die übliche Fixierung ihrer Flugbahn, da sie gewöhnlich nur langsam in die Höhe gehen und nicht die unmittelbar über einem Orte liegenden Schichten durchschneiden, sondern eine grössere horizontale Strecke während mehrstündiger Fahrtdauer durchfliegen, keinen direkten Schluss auf die Luftströmungen in den verschiedenen Höhen über einem bestimmten Punkte in einem gegebenen Momente, bezw. innerhalb kurzer Zeit.

Dagegen kann man kleine unbemannte Papierballons, die bei einem Kubikmeter Inhalt etwa 3 ℳ kosten, mit grossem Auftriebe so schnell steigen lassen, dass sie in einem kleinen Bruchteile einer Stunde mehrere Kilometer in vertikalem Sinne zurücklegen und somit einen beträchtlichen Teil der Atmosphäre über einem Orte innerhalb kurzer Zeit der Beobachtung bezüglich der verschiedenen Strömungen zugänglich machen.

Schon seit langem sind daher solche Ballons als sogenannte Piloten von Luftschiffern in Gebrauch genommen worden, um, vor grossen Ballons aufgelassen, deren voraussichtliche Flugbahn, wenn auch nur der Richtung nach, vorher anzugeben. Auch in mehr systematischer Weise sind sie bereits zur Demonstration der vorwaltenden Luftbewegung über einem grösseren Gebiete zur Verwendung gekommen. Von Amiens aus wurden nämlich im Jahre 1890 etwa 100 Piloten in die Höhe gelassen, welche Postkarten trugen, auf welchen der Finder des Ballons gebeten wird, Ort und womöglich auch Zeit der Niederkunft desselben an den Absender zu melden. Man erlangte so einen Überblick über die bis zu einer gewissen Höhe vorherrschenden Windrichtungen und illustrierte so z. B. das Regime der Südwestwinde über Frankreich.

Es wurden hierbei aber nur 2 Punkte der Bahn ausgenutzt, die Abfahrts- und die Landungsstelle. Es sind jedoch Mittel vorhanden, um zahlreiche Punkte der Flugbahn nach Ort und Zeit festzulegen und somit genauere Details über Richtung und Geschwindigkeit in den verschiedenen Schichten zu erhalten. Allerdings kann man dabei instrumenteller Hilfsmittel nicht entraten. Naheliegend ist das Verfolgen des Ballons mit Theodolithen von 2 Punkten der

---

[1]) Zeitschrift für Luftschiffahrt 1893. p. 57.

Erdoberfläche. Diese Methode ist mehrfach, freilich nur bei grossen Ballons, angewandt und z. B. von Schreiber[1]) näher beschrieben worden.

Eine andere Methode, welche wohl auch schon hier und da gelegentlich benutzt wurde, ist die mikrometrische, bei welcher Beobachtungen von einem Punkte genügend sind. Man bestimmt hierbei in möglichst kurzen Zeitintervallen neben Höhe und Azimut des Ballons auch dessen scheinbare Grösse mittels des Mikrometers und hat so, da der lineare Durchmesser des Ballons bekannt ist, alle zur Feststellung der Bewegung nötigen Daten. Von der Brauchbarkeit derselben hatte sich Dr. Kremser bereits im Jahre 1888 bei Versuchen mit v. Sigsfeld, dem die Luftschiffahrt so manche Anregungen und Erfolge verdankt, wenigstens oberflächlich überzeugt. Seitdem war es seine Absicht, der Angelegenheit näher zu treten und durch mikrometrische Beobachtung möglichst zahlreicher aufgelassener Piloten Beiträge zur Kenntnis der atmosphärischen Strömungen zu liefern. Jedoch erst im vergangenen Jahre war es ihm möglich geworden, mit der Durchführung des Planes den Anfang zu machen und zunächst nochmals an praktischen Beispielen die Brauchbarkeit der Methode und die Möglichkeit der Realisierung der Idee zu ersehen.

Dr. Kremser giebt a. a. O. die einfachen mathematischen Formeln, um aus dem gemessenen scheinbaren Durchmesser des Ballons in Verbindung mit der bekannten Grösse desselben und seinem scheinbaren Orte am Himmel die wahre Höhe und den Punkt der Erdoberfläche, über dem der Ballon steht, zu ermitteln. Dann teilt er seine bisherigen Erfahrungen über die praktische Anwendbarkeit der Methode mit.

Von ihm wurden Piloten mit 1 *cbm* Inhalt, also mit einem Durchmesser von 1.24 *m* benutzt. Sie wogen mit Appendix, Bändern und etwas Ballast ca. 240 *g* und hatten also bei einer Leuchtgasfüllung vom spezifischen Gewichte 0.45 einen Auftrieb von 470 *g*. Dementsprechend könnten sie, wenn kein Gasverlust eintritt, 8 bis 9 *km* Höhe erreichen. Durchschnittlich bewegen sie sich mit einer Geschwindigkeit von 3 *m* in der Sekunde nach aufwärts, so dass sie in ca. 10 Minuten 2000 *m* Höhe erreichen. Bei Wasserstofffüllung beträgt die theoretische Maximalhöhe sogar 12 — 13 *km*, und würde die Aufwärtsbewegung natürlich noch viel schneller erfolgen als bei Leuchtgasballons.

Der benutzte Apparat, Eigentum v. Sigsfeld's, aus der Werkstatt von Reineke in Berlin, war ein gewöhnlicher Theodolit. Azimute und Höhen konnten auf Minuten abgelesen werden, ein Teil an der Trommel der Schraube des Fadenmikrometers entsprach

[1]) Paul Schreiber: Bestimmung der Bewegung eines Luftballons durch trigonometrische Messungen von 2 Standpunkten. Meteorol. Zeitschr. 1886. **3.** p. 341 u. ff. und Zeitschr. f. Luftschiffahrt 1886. p. 236 u. ff.

ca. 4″. Während bei Azimut und Höhe Zehntelgrade schon als ausreichend gefunden wurden und völlig genau sich bestimmen liessen, betrug die Ungenauigkeit beim Mikrometer — schon wegen der Dicke der Fäden — offenbar mehr als 5″. Solange der Pilot sich nicht in allzugrosser Entfernung befindet, hat ein solcher Fehler nicht viel zu besagen; sobald er jedoch mehr als 5 *km* entfernt ist, führt er wesentliche Fehler im Resultate herbei. Bei Entfernungen von 10 *km* sind die Ergebnisse schon sehr unsicher. Da aber gerade bei grösseren Entfernungen wegen der verringerten Geschwindigkeit in der scheinbaren Bewegung die Einstellungen sehr ruhig und sicher gemacht werden können, erschien es angemessen, den Apparat insofern abzuändern, als neben der gewöhnlichen schwachen Vergrösserung, die sich für die Nahpunkte wegen der schnellen Änderungen am besten eignet, noch eine stärkere durch Vorsetzen eines anderen Okulars vorzusehen war, um eine erhöhte Genauigkeit der mikrometrischen Beobachtungen zu gewinnen. Gleichzeitig wurden noch andere Verbesserungen, die aufzuzählen hier zu weit führen würde, für wünschenswert erachtet. Erst mit dem verbesserten in Arbeit befindlichen Apparate sollen die systematischen Beobachtungen angestellt werden."

„Mit dem ursprünglichen Instrumente," sagt Dr. Kremser, „sind nur wenige Pilotenbahnen verfolgt worden, und es lohnt noch nicht, die Ergebnisse zum Gegenstande einer eingehenden Diskussion zu machen. Auch wird durch grössere Übung und die Verbesserungen des Apparates die Genauigkeit noch erhöht werden müssen. Bei den bisherigen Versuchen wird wohl der wahrscheinliche Fehler der Einzelwerte nicht viel unter 5—10 % liegen." Lediglich um die Verwendbarkeit der ganzen Einrichtung darzuthun, teilt er dann die Resultate zweier Beobachtungsreihen mit.

1. Aus Beobachtungen eines Piloten am 13. November 1892 zu Friedrichshagen bei Berlin zwischen $11^h\ 21^m$ und $11^h\ 35^m$ vormittags wurden folgende zusammengehörige Werte für die Bewegungsverhältnisse berechnet:

| Mittlere Höhe (*m*) | Mittlere horizontale Geschwindigkeit (*m* p. s.) | Richtung der Bewegung (Azimut) | Mittlere vertikale Geschwindigkeit (*m* p. s.) |
|---|---|---|---|
| 33 | — | 98°.5 [1] | — |
| 95 | 5.5 | 114 | 1.5 |
| 290 | 9.7 | 140 | 2.1 |
| 610 | 12.6 | 150 | 3.0 |
| 975 | 14.2 | 149 | 3.4 |
| 1295 | 14.6 | 151 | 3.8 |
| 1540 | 15.1 | 151 | 3.3 |
| 1725 | 17 5 | 146 | 3.0 |
| 1900 | 16.4 | 139 | 1.9 |

Der Pilot war gefunden worden bei Oranienburg in 43 *km* Entfernung um $12^h\ 30^m$ nachmittags; dies würde eine mittlere

[1]) Bedeutet die Richtung nach W 8° N, nach W 24° N u. s. w.

horizontale Geschwindigkeit von 10.4 *m* p. s. und eine resultierende Bewegungsrichtung = 135° ergeben, was mit den obigen Einzelwerten sehr gut in Einklang gebracht werden kann.

2. Am 6. November 1892 wurden an demselben Orte zwischen $11^h\ 8^m$ und $11^h\ 24^m$ vormittags folgende Geschwindigkeiten und Richtungen eines Piloten festgestellt:

| Mittlere Höhe (*m*) | Mittlere horizontale Geschwindigkeit (*m* p. s.) | Richtung der Bewegung (Azimut) | Mittlere vertikale Geschwindigkeit (*m* p. s.) |
|---|---|---|---|
| 125 | 8.1 | 120° | 4.0 |
| 315 | 11.6 | 138 | 2.7 |
| 510 | 14.6 | 153 | 2.8 |
| 860 | 16.0 | 155 | 3.7 |
| 1300 | 8 7 | 158 | 2.5 |
| 1650 | 5.7 | 168 | 1.7 |
| 1900 | 11.2 | 155 | 3.4 |
| 2500 | 11.5 | 150 | 3.7 |

Der Ballon wurde bei Templin, leider erst nach 12 Tagen, im Walde aufgefunden; als Resultate der Bewegungsrichtung stellt sich das Azimut 162° heraus. Von einer Würdigung auffallender Einzelheiten, sowie von einer Besprechung der Beziehung zu den allgemeinen atmosphärischen Verhältnissen soll hier abgesehen werden.

Hinsichtlich der letzten Spalte, „mittlere vertikale Geschwindigkeit“, sind jedoch noch einige Worte hinzuzufügen. Gemeint ist damit die mittlere vertikale Geschwindigkeit des Ballons in den betreffenden Höhen. Diese setzt sich zusammen aus der Eigenbewegung des Ballons und der Bewegung der Luft in der Vertikalen. Die erstere ist abhängig vom Auftriebe, der durch die tote Last, die Gasart, sowie durch die Temperatur der Luft und des Gases im Ballon bedingt ist, und von dem Widerstande, welchen die Luft der vertikalen Bewegung des Ballons entgegensetzt. Kennt man diese Faktoren — und bis auf den Luftwiderstand sind sie leicht zu ermitteln —, so hat man also als Rest die vertikale Komponente der Luftbewegung — ein für die Meteorologie sehr wichtiges, aber noch selten und in grösseren Höhen überhaupt nicht genau bestimmtes Element. Auch insofern könnten also die Beobachtungen der Ballons für die Meteorologie nutzbar gemacht werden.

„Angesichts der Thatsache, die Luftströmungen in verschiedenen Höhen der Atmosphäre nach ihren Richtungen und Geschwindigkeiten durch die Beobachtung kleiner Ballons feststellen zu können, und im Hinblicke auf die Wichtigkeit dieser Ermittelungen dürfte es angebracht sein, diese Angelegenheit in erweitertem Umfange zu verfolgen.“

**Untersuchung der Anemometeraufzeichnungen zu Wien 1873—1892.** Die Registrierungen des Munro'schen Anemometers auf dem Turme des meteorologischen Zentralinstitutes der hohen Warte bei Wien sind von J. Hann untersucht worden[1]. Es ergiebt

[1] Sitzber. der Wiener Akademie. Wien 1893. **102.** p. 119.

sich zunächst eine einfache tägliche Periode der Windgeschwindigkeit mit einem Minimum um $6^h$ morgens (d. h. zur Zeit des Sonnenaufganges) und einem Maximum von $1^h$ nachmittags, also noch vor dem Eintritte des täglichen Wärmemaximums. Ein zweites sekundäres Minimum ist angezeigt um $7^1/_2{}^h$ abends, dem ein zweites sekundäres Maximum um $10^h$ abends folgt. Das verschiedene Verhalten dieser Periode im Sommer und im Winter schien die Vermutung, als stände sie im Zusammenhange mit der täglichen Temperaturperiode, zu stützen. Eine sorgfältige Prüfung dieser Vermutung, zu welcher auch Beobachtungen anderer Stationen herangezogen wurden, bestätigten jedoch dieselbe nicht, und zwar konnte weder ein Zusammenhang mit der täglichen Periode der Temperatur der Luft, noch mit der der Temperatur der Erdoberfläche, noch mit dem täglichen Gange der Temperaturdifferenz beider nachgewiesen werden.

Hingegen zeigte sich ein sehr merklicher Unterschied der Periode, wenn die starken Winde von den schwachen gesondert behandelt wurden. Wenn man aus den 108 Monaten des Winterhalbjahres und aus den 108 Monaten des Sommerhalbjahres je 10 Monate mit den grössten und den kleinsten Windstärken für jedes Halbjahr aussuchte und gesondert behandelte, so zeigten die stürmischen Monate eine doppelte Periode mit einem Maximum vor $1^h$ p. m. und einem zweiten sekundären Maximum vor Mitternacht; das 1. Minimum fiel auf $3—5^h$ morgens, das 2. Minimum, das zum Hauptminimum geworden, auf $7^h$ abends. In stürmischen Monaten sind demnach die Abendstunden von $6—8^h$ die ruhigsten. In den ruhigsten Monaten war der tägliche Gang der Windstärke ein einfacher, er glich dem oben für die Gesamtbeobachtungen ermittelten. Ausser dem früheren Eintreten der Phasenzeiten in den stürmischen Monaten zeigten sich auch die Amplituden verringert.

Bezüglich der jährlichen Periode der Windgeschwindigkeit fand Prof. Hann das absolute Maximum im März, das Minimum im Oktober; ein zweites Maximum schien der November zu haben und ein sekundäres Minimum der Januar. Ein ähnlicher jährlicher Gang zeigte sich fast überall in Mitteleuropa. Die jährliche Periode der Sturmtage (an denen der Wind 70 *km* pro Stunde erreicht oder überschritten hat) folgte jedoch nicht der jährlichen Periode der mittleren Geschwindigkeit; vielmehr hat der Dezember die grösste Frequenz der Sturmtage und dann der Januar, die kleinste Zahl der Sturmtage haben April und August. In Wien kommen alle Stürme aus W und WNW.

Aus den Ermittelungen über die Windrichtung ist zu erwähnen, dass die mittlere Windrichtung von Wien etwa W zu N ist, dass sie im April am nördlichsten, im Oktober dagegen am meisten rein westlich ist, dass sie im Laufe des Jahres sich nur wenig von W entfernt, und dass aus der Berechnung der mittleren Windrichtung in den einzelnen Jahrgängen sich keine ersichtliche Änderung derselben in den 22 Jahren 1870—1892 ergeben hat.

**Die Bahnen der Cyklone im südlichen Indischen Ozeane** sind von Meldrum kartographisch niedergelegt und studiert worden[1]. Die Karten umfassen die Zeiträume von 1848 bis einschliesslich 1885, mit Ausnahme der Jahre 1849, 1850, 1853.

Köppen behandelt im Anschlusse an diese Arbeit die Lage der Bahnen jener Orkane[2]. „Bei Bearbeitung der Cyklone," sagt er, „hat Meldrum dieselben in progressive und stationäre eingeteilt. Unter den als „stationär" bezeichneten Cyklonen mögen jedoch wegen Mangels an Beobachtungen einige Stürme sein, welche in Wirklichkeit ihren Ort doch geändert haben. Es ist notwendig, auf diese Unsicherheit in der Klassifikation hinzuweisen. Die ausgesprochene Verschiedenheit des Zahlenverhältnisses zwischen den fortschreitenden und den stationären Stürmen in verschiedenen Monaten wird für den Seemann von praktischem Werte sein, wenn sie sicher festgestellt werden kann. Die Kenntnis davon, dass im Anfange und am Ende der Orkanzeit es ungefähr gleich wahrscheinlich ist, dass eine Cyklone fortschreitend oder stationär sei, und dass auf der Höhe der Orkanzeit es viel wahrscheinlicher sei, mit einer rasch sich fortpflanzenden Cyklone zu thun zu haben, kann den Entschluss eines Schiffsführers, der sich in der Nähe einer Cyklone befindet, wesentlich beeinflussen, doch reicht das Material keineswegs aus, um das Zahlenverhältnis, welches die folgende Tabelle zeigt, für ein definitiv gesichertes zu erklären."

| | Okt. | Nov. | Dez. | Jan. | Febr. | März | April | Mai | Juni | Juli |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Fortschreitende | 2 | 12 | 23 | 52 | 55 | 40 | 26 | 8 | 1 | 1 |
| Stationäre | 3 | 13 | 10 | 19 | 6 | 19 | 24 | 11 | 2 | 1 |
| Im ganzen | 5 | 25 | 33 | 71 | 61 | 59 | 50 | 19 | 3 | 2 |

Die meisten Cyklone entfallen auf die Jahre 1859, 1860, 1866, 1870, 1884, also ziemlich zusammen mit den Maximis der Sonnenflecken (1860, 1870, 1883—1884), worauf Meldrum schon vor 20 Jahren hingewiesen hatte.

„Bekanntlich," fährt Köppen fort, „ist die Bewegung der Mehrzahl der tropischen Orkanwirbel in Meeren zwischen 10° und 15° Breite nach West gerichtet, und biegt sie darauf mehr und mehr polwärts um (meist unter Verlangsamung), um jenseits der Wendekreise allmählich eine ostwärts gerichtete Richtung anzunehmen.

Über den Ort dieser Umbiegung ist in dem im März 1893 erschienenen Segelhandbuche der Seewarte für den Indischen Ozean eine kleine Untersuchung an der Hand dieses neuen Bahnenatlas angestellt, deren Ergebnis wir zunächst vorführen wollen. Eine ganz ähnliche Tabelle für die westindischen Orkane findet sich im Segelhandbuche der Seewarte für den Atlantischen Ozean.

Von den 220 im Atlas dargestellten Cyklonenbahnen lassen 89 den Ort der Umbiegung erkennen, während bei den übrigen nur der westliche oder der östliche Zweig der Parabel beobachtet wurde, der

[1] Cyclone Tracks in the South Indian Ocean.
[2] Meteorol. Zeitschrift 1893. p. 113.

andere aber entweder aus Mangel an Material unbekannt geblieben ist oder überhaupt nicht vorhanden war. Es ergiebt sich hieraus folgendes:

„In allen Monaten, wo überhaupt Orkane zu erwarten sind, kommt es vor, dass die Umwendung der Bahn schon zwischen 10° und 14° südl. Breite sich vollzieht. Dagegen schwankt die südliche Grenze dieser Wendungen im Laufe des Jahres zwischen 34° südl. Br. im Januar und 18° südl. Br. im Mai, wenn wir auch von dem einen Falle im Juli absehen. Die Änderung vollzieht sich ziemlich regelmässig: 33° südl. Br. im Februar, 27° südl. Br. im März, 20° südl. Br. im April. Infolge dessen zeigt auch die mittlere Breite, in welcher die Umbiegung stattfindet, eine ausgesprochene jährliche Periode, sowohl wenn man das Mittel aller nimmt, als wenn man die Bahnen, deren Scheitel östlich von 77° östl. L. fällt, ausschliesst:

Mittlere Lage des Scheitelpunktes.

| | | Nov. | Dez. | Jan. | Febr. | März | April | Mai |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Alle Fälle | Anzahl | 4 | 12 | 28 | 20 | 13 | 8 | 4 |
| | mittl. Br. | 17.0° | 17.0° | 22.2° | 22.0° | 20.8° | 15.0° | 14.0° |
| | mittl. L. | 76 0° | 67.3° | 60.0° | 63.9° | 63.5° | 74.5° | 75.0° |
| westlich von 77° östl. L. | Anzahl | 2 | 8 | 25 | 19 | 11 | 5 | 2 |
| | mittl. Br. | 18 5° | 18.9° | 22.5° | 22 0° | 21 8° | 17.0° | 16.0° |
| | mittl. L. | 68.5° | 59.5° | 56.9° | 61.4° | 59.3° | 64.6° | 66 0° |

Dass die mittlere Lage der Bahnscheitel südlicher ausfällt, wenn man nur die westlich von 77° beobachteten berücksichtigt, mag teilweise daran liegen, dass die Breiten 0—15° südl. Br. zwischen 50° und 70° Länge nur wenig befahren sind. Auch die auffallende Verschiebung des mittleren Scheitelpunktes nach Osten in dem Masse, als er sich dem Äquator nähert, dürfte nur darin ihren Grund haben, dass die auf der Heimreise begriffenen Schiffe unter 20° bis 30° südl. Br. viel weiter nach Westen stehen, als unter 10° bis 20° südl. Br., und dass ausserhalb der grossen Routen die Menge der Beobachtungen nicht gross genug ist, um eine Umbiegung der Bahn mit Sicherheit festzustellen."

**Die Teifune der Chinesischen See** sind seit mehreren Jahren Gegenstand spezieller Studien von Doberck in Hongkong. Derselbe hat neuerdings die Ergebnisse seiner Studien in einer Abhandlung zusammengestellt, deren wesentlicher Inhalt folgender ist[1]).

Es scheint, dass die Wirbelstürme der Chinesischen See ihren Ursprung in lang ausgedehnten, aber nur flachen Depressionen haben, die sich in seltenen Fällen bis über die Philippinen erstrecken, meist aber nur über der Chinesischen See liegen. Nördlich derselben weht der Wind mässig stark aus NO, von der Südseite schwächer als SW. Die Nordostbrise reicht im Sommer gewöhnlich nur bis an das nördliche Formosa, im Herbste dagegen steht der Nordostmonsun bedeutend weiter nach Norden hinauf, allmählich in den in

[1]) Hansa 1893. Nr. 32 u. 33.

höheren Breiten herrschenden NW-Monsun übergehend. Ausnahmsweise sind auch die an der Südseite wehenden südwestlichen Winde intensiver als die nördlich von der Depression herrschenden Nordostwinde und pflegen dann sich bis zum Äquator hinab zu erstrecken, gewissermassen eine Fortsetzung des Südostpassates bildend. Östlich dieser Depressionen, über den Philippinen, herrschen leichte südliche und südöstliche Winde. In Anam herrscht dann voraussichtlich Nordwind. Im Sommer beginnt die Depression gleichzeitig mit einem Steigen des Luftdruckes über dem inneren China, während im Herbste der höhere Druck in der Nähe des Äquators entsteht, und gleichzeitig die südwestlichen Winde sich weiter nach Norden hin über die Chinesische See verbreiten. In den Monaten Januar und Februar kommen solche Gebiete niedrigen Druckes nicht vor, und die Häufigkeit ihres Auftretens während der übrigen Zeit des Jahres beläuft sich auf circa 1 Depression per Monat. Während der Sommermonate und im Herbste bilden sie sich gewöhnlich zu einem Teifune aus oder zu einer kleinen kreisförmigen Depression. Die muldenförmige Depression verschwindet dann. Im Frühjahre dagegen arten sie selten in Teifune aus, sondern verflachen sich infolge des in sie eindringenden und sich nach Süden verbreitenden NO-Monsuns.

Die Längsaxe dieser Depressionen erstreckt sich in der Regel von Ost nach West oder von ONO nach WSW. Die mittlere Breite, in der sie liegen, ist in den Monaten Juni bis September 16° nördl., später im Jahre liegen sie etwas südlicher und im Monate November sind sie auf ca. 10° nördl. Br. Scheinbar bewegen sie sich gar nicht und verändern sich oft tagelang nicht, so dass man sie längere Zeit verfolgen kann. Der Barometerstand ist in der Axe der Depression dann in der Regel um $^1/_{10}$ Zoll niedriger als am Umkreise, wo leichte, gegen den Zeiger der Uhr drehende Winde herrschen. Im Gebiete solcher Depressionen ist das Wetter bög mit viel Regen, der Wind veränderlich, und oftmals treten schwere Böen mit wolkenbruchartigem Regen auf, während seltener Donner wahrzunehmen ist. Es scheint, als ob durch diese Böen der Südwind sich weiter nach Norden und der Nordwind weiter nach Süd hindurcharbeitet, und dass auf diese Weise ein Wirbelsturm entsteht. Trifft es sich nun, dass der Schauplatz, wo diese in entgegengesetzter Richtung vorwärts strebenden Winde sich treffen, in der Mitte der Chinasee liegt, so wird voraussichtlich ein Teifun entstehen. Öfter freilich ereignet es sich, dass ein kreisförmiger Sturm am Ost- oder Westende der lang ausgedehnten Depression entsteht, denn hier rotieren die Winde schon nahezu in Kreisform, ausgenommen recht Ost und West von der grössten Krümmung der Isobaren, so dass die Nord-, resp. Südwinde der Böen nur an einer Seite Boden zu gewinnen brauchen, indessen werden in solchen Fällen nur kreisförmige Depressionen von minderer Bedeutung oder unbedeutendere Teifune entstehen.

Der starke Regen ist selbstverständlich nicht die Ursache des

Phänomens, denn er ist nur eine Wirkung der in der Mitte der Depression aufsteigenden Luft, und ebenfalls wird durch die Kondensierung des Wasserdampfes Wärme frei, welche ein Steigen des Barometers vor Eintritt der Böe bewirkt, aber darüber kann doch kein Zweifel herrschen, dass, wenn eine solche Menge Wasserdampf verdichtet wird, dass sie etwa 10 Zoll Regen per Tag bildet, der barometrische Druck der Luft dadurch bedeutend vermindert werden muss, und dass dies die günstigste Einwirkung auf die Erhaltung der Depression ausüben muss. Anders aber verhält es sich mit dem Regenfalle im SW-Monsun. Hier ist er über ein grosses Gebiet gleichmässig verteilt und kann an einer einzelnen Stelle keine von hohem Drucke umgebene Depression erzeugen.

Schwierig ist es, festzustellen, ob eine in der Chinasee entstandene und als solche festgestellte Depression in einen Teifun ausarten wird oder nicht, können aber die im nachfolgenden beschriebenen Merkmale wahrgenommen werden, so darf man sicher auf einen solchen rechnen, denn die Merkmale einer weniger heftigen Depression sind nie so ausgeprägt, sondern mehr verwischt.

Das erste Zeichen eines Teifuns hat man in den von Ost aufsteigenden und nach Norden ziehenden Cirruswolken, in einem geringen Steigen des Barometers und klarem und trockenem, aber heissem Wetter mit Windstillen oder leichten Winden. Sieht man die Cirruswolken im Westen aufsteigen, so darf man sicher sein, dass kein Teifun eintreten wird. Das schöne Wetter dauert in der Regel einige Tage, und das Vorhandensein eines Orkans ist gerade die Ursache des rundum herrschenden schönen Wetters. Die Cirruswolken treten bis zu 1500 Meilen vom Zentrum auf und lassen erkennen, dass der im Mittelpunkte des Orkans aufsteigende Luftstrom Wasserdampf bis zu einer Höhe von 6 englischen Meilen mit sich reisst, der in dieser Höhe selbstverständlich friert. Ausserhalb eines Umkreises von 600 Meilen vom Sturmzentrum steigt das Barometer gewöhnlich, Sonne und Mond zeigen einen Hof, ein intensives Meerleuchten macht sich bemerkbar, und bei Sonnenaufgang und Sonnenuntergang sieht man die Atmosphäre in den wunderbarsten Farben glänzen, während im Dämmerlichte einzelne Lichtstrahlen noch in grellen Tönen aufleuchten. Dies sind Anzeichen, die vor dem Herannahen eines Teifuns in der Regel beobachtet werden.

Zunehmende Dünung macht sich in der See auf eine Entfernung von 300—600 Meilen vom Zentrum geltend, bisweilen auch auf grössere Entfernung, indessen ist diese Fernwirkung natürlich von der Lage des nächsten Landes abhängig, und besonders davon, ob zwischen dem Teifun und dem Beobachter etwa Land liegt. Die Dünung ist eine Folge der den Sturm begleitenden hohen See, welche die eigentliche Gefahr für Schiffe bildet, da diese der Gewalt des Windes allein in der Regel recht wohl widerstehen können, ohne erheblichen Schaden zu nehmen. Da die Geschwindigkeit, mit der

sich die Wellenbewegung fortpflanzt, viel bedeutender ist als die, mit der sich das Zentrum fortbewegt, so bietet die Dünung ein Hilfsmittel, um das Herannahen eines Teifuns zu erkennen, wenn man aus ihr auch keineswegs auf die Richtung, welche das Phänomen einschlägt, schliessen kann. Zu beachten ist auch, dass die Dünung unter Umständen uns anzeigt, wo der Teifun früher war, als die Wellen, von denen sie herrührt, durch den Wind aufgewühlt wurden. Eine schwere, kreuzweis laufende Dünung ist in der Chinesischen See ein sicheres Zeichen von einem Teifun, ausgenommen, wenn dieselbe in der Nähe einer felsigen Küste beobachtet wird, da sie dort durch die Reflexion der direkten Wogen entstanden sein kann. Sie entsteht aus der wilden, ineinanderlaufenden See, der Einwirkung der aus verschiedenen Richtungen um das Zentrum wehenden Winde.

Innerhalb 600 Meilen vom Zentrum ist die Luft halb bedeckt mit Cumuluswolken, über welchen sich Cirro-Cumulus zeigt, während oft feine Cirro-Stratuswolken ihr ein blassfarbiges Aussehen verleihen. Südlich und südwestlich vom Zentrum zeigen sich Gewitter mit Cumulus-Stratuswolken.

Je näher das Zentrum rückt, um so dichter wird die Bewölkung; die Temperatur fällt, und das Quecksilber beginnt, zunächst sehr langsam (selten mehr als $^1/_{10}$ Zoll in 24 Stunden), zu sinken. Die Luft wird von zunehmender Feuchtigkeit drückend, und in den Morgenstunden zeigt sich ein feiner Nebelschleier, während der Himmel ein drohendes dunstiges Aussehen gewinnt. Das Wetter ist dann schwül und ungesund; viele Leute finden es unmöglich, bei diesem Zustande der Atmosphäre zu schlafen. Besonders bemerkenswert ist, dass alles Ungeziefer, als Schlangen, Spinnen, Käfer und Teifunfliegen, sich besonders viel zeigt und eine gewisse Unruhe erkennen lässt.

300 Meilen vom Zentrum steht eine hohe See, welche sich vor dem Auftreten des Windes zeigt und diesen auch überdauert.

In einer Entfernung von 200 Meilen fällt die Temperatur infolge der schweren, wulstigen Cumuluswolken, mit denen die Luft dicht bedeckt ist. In dieser Entfernung zeigt sich, sofern man gerade vor dem Zentrum ist, in einzelnen Fällen die Luft abnorm trocken, während gleichzeitig die Wolken ein eigentümlich schwarzes und unheimliches Aussehen gewinnen. Der Wind fängt an, in Böen einzusetzen.

Ist man nördlich des Zentrums innerhalb einer Entfernung von 200 Meilen oder innerhalb 150 Meilen südlich desselben, so fängt es an, schwer zu regnen, nähert man sich bis unter 60 Meilen, so fällt der Regen in Strömen nieder. Donner und Blitz zeigen sich gar nicht, doch ist das vom Winde verursachte Geräusch oft so intensiv, dass man es für Donner hält.

Der Umfang der verschiedenen Teifune variiert sehr, und nahe am Lande wehen auch die schweren Winde in einem und demselben Sturme äusserst unregelmässig verteilt, so dass es dann wohl vorkommen mag, dass in einem näher am Zentrum gelegenen Orte

weniger schwerer Wind herrscht, als in einem entfernteren. Für die Annäherung der Sturmmitte giebt nur das Fallen des Quecksilbers im Barometer ein untrügliches Anzeichen und die Zunahme der Heftigkeit der Böen.

In 1892 stand das Barometer in einer Entfernung von 40 Meilen vom Zentrum auf 29.20 Zoll englisch, bei schwerem Sturme (Windstärke 10) 50 Meilen davon auf 29.30 Zoll, Windstärke 9, in 100 Meilen Abstand 29.40 Zoll, Windstärke 8, und 200 Meilen vom Sturmmittelpunkte 29.50 Zoll, Windstärke 5.

In einem Abstande von 2—15 Meilen vom Zentrum flaut der Wind ab, und es tritt Windstille ein, auf See klärt sich der Himmel ab, und über dem Kopfe des Beobachters stehen nur leichte Wolken oder ein dünner Nebelschleer, durch welche bei Tage die Sonne oder des Nachts die Sterne ichtbar sind. Die See kocht hier förmlich. Ihre Oberfläche ist zu Schaum gepeitscht, und eine Menge Luft ist in dieselbe eingepresst, welche unter dem im Sturmauge des Teifuns herrschenden niedrigeren Drucke entweicht. In der Regel sind die Wellen bergehoch und kreuzweislaufend, indessen legen sie sich oftmals in der Nähe des Landes, wenn der Durchmesser des Stillengebietes über 20 Meilen beträgt. Unzählige Seevögel und in geringerem Abstande von der Küste auch Landvögel, Schmetterlinge und andere Insekten bedecken ein Schiff, das in den Mittelpunkt eines Wirbelsturmes geraten ist. Die Region der Windstille fällt nicht genau mit dem Orte des niedrigsten Barometerstandes zusammen, auch kommt oftmals während eines Teifuns ein trügerisches, plötzliches Abflauen des Windes vor, das oft lange genug anhält, um die irrige Ansicht zu erwecken, man sei in die Kalme der Sturmesmitte gelangt.

Wenn der Wind sich in einem Teifune erhebt, so weht er stossweise, während gleichztig das Quecksilber in der Barometerröhre zu pumpen beginnt; hat er erst die Stärke 11 erreicht, so weht er in fürchterlichen Böen von ca. 10 Minuten Dauer, während das Quecksilber oft bis zu $^1/_{10}$ Zoll auf und nieder schwankt, und oftmals ereignet es sich, dass dasselbe, wenn der Wind plötzlich schiftet, in die Höhe springt, dann allmählich zurücksinkt und sich wieder plötzlich hebt, wenn der Wind wieder nach seiner ursprünglichen Richtung zurückläuft. Während dieser Böen fällt eine ungeheuere Menge Regen in wenigen Minuten, während die Temperatur um das Bruchteil eines Grades steigt und sinkt. Nur recht vor der Sturmmitte läuft der Wind wieder genau auf seine frühere Richtung zurück. Unmittelbar nahe im Zentrum tritt in der Regel eine besonders schwere Böe ein, in welcher der Wind plötzlich stark umläuft, worauf das Barometer zu steigen beginnt. Der Wind dreht sich nach der Richtung der oberen Luftströmung, welche sich am Zuge der Wolken erkennen lässt. Dann fängt die Luft wieder an, nach oben zu steigen, und zwar unter Strömen von Regen, bewirkt durch die Verdichtung des Wasserdampfes bei dessen Eintreffen in

dem höher gelegenen kälteren Stratum, gleichzeitig fällt das Barometer wieder (nachdem es zuvor durch die Wärme der Kondensation gestiegen), weil der Druck des nunmehr in Form von Regen niederfallenden Wasserdampfes zu wirken aufhört, worauf der Wind wieder die Richtung annimmt, welche durch die zentrale Depression bedingt wird, denn diese letztere ist in einem Teifune so gross, und die Gradienten sind nahe am Zentrum so steil, dass Teilminima in der Chinesischen See niemals vorkommen.

Der Winkel zwischen der Richtung des Windes und derjenigen, in welcher das Zentrum vom Beobachter liegt, ist innerhalb 75 Meilen von der Mitte eines Teifuns, oder innerhalb 50 Meilen eines Wirbelsturmes von geringerer Bedeutung, in der nördlichen Chinesischen See 50° und im südlichen Teile derselben 40°. Man kann demnach folgende Regel aufstellen: Stellt man sich mit dem Rücken gegen den Wind, so ist das Zentrum links vom Beobachter, und zwar 3—4 Striche vorderlicher als quer ab, also 11—12 Striche vom Winde ab. Nördlich von 25° nördl. Breite ist der Winkel zwischen Wind und Zentrum nur 10—11 Striche. In der Nähe der Sturmmitte weht der Wind nicht kreisförmig um das Zentrum, wie dieses anderswo bei Orkanen beobachtet worden ist.

Vor dem Zentrum und im gefährlichen Halbkreise ist auf eine Entfernung von 150 Meilen die Einbuchtung des Windes 3 Strich, d. h. das Zentrum peilt 11 Striche vom Winde, im anderen Halbkreise beträgt sie 4 Striche, hier peilt das Zentrum also 12 Striche vom Winde, und rechts hinter dem Zentrum beträgt sie 5 Striche, so dass hier das Zentrum 13 Striche vom Winde liegt. So ergiebt sich, dass der Wind vor dem Zentrum beinahe quer über die Sturmbahn weht und einem Schiffe hilft, diese zu kreuzen, sofern es, mit dem Winde 3 Striche von Steuerbord ein, weglenzt. Hinter dem Zentrum weht der Wind direkter in dasselbe hinein.

Ist man weiter, als oben erwähnt, vom Zentrum ab, so beträgt diese Einbuchtung des Windes mehr. In einer Entfernung von 200 Meilen peilt das Zentrum durchschnittlich 13 Striche vom Winde, und ist die Entfernung über 300 Meilen, so ist der Winkel zwischen dem Winde und der Richtung, in der das Zentrum liegt, 15 Striche. Die Wetterkarten lassen erkennen, dass die in grösserer Entfernung vom Mittelpunkte herrschenden leichten Winde beinahe recht in den Teifun hineinwehen. Erst dann, wenn sich die Windgeschwindigkeit steigert, vermögen die Rotation der Erde und in der Folge die Zentrifugalkraft die Luftteilchen abzulenken vom geraden Wege, der vom Gebiete hohen zu demjenigen niedrigen Druckes führt.

Leider sind diese Regeln in der Nähe einiger Küsten nicht zuverlässig. So ereignet es sich oft, dass an der Südküste Chinas ein starker Oststurm herrscht, wenn ein Teifun über die Chinasee zieht. Der Wind weht dann durch den Balingtang-Kanal in die Chinasee hinein und an der chinesischen Küste entlang. Passiert dann das Zentrum in einer Entfernung von mehreren hundert Meilen,

so sind die Erscheinungen ähnliche, wie beim Nordostmonsun, nur weht es hier um so stärker, je niedriger das Glas steht, während umgekehrt im Nordostmonsun das Barometer steigt, je härter es weht. An der nördlichen Einfahrt der Formosastrasse weht oft ein stetiger Nordostwind, während im Süden sich ein Teifun westwärts bewegt. Wiederum wird an der Küste von Anam unter solchen Umständen der Wind stetig nördlich sein.

Für Hongkong wird die folgende, nach Beobachtungen, die in den Jahren 1884 — 1887 gemacht sind, zusammengestellte Tabelle die Einzelheiten darlegen. Die 1. Reihe giebt die Richtung des herrschenden Windes, die zweite diejenige, woher die Wolken kommen, und die dritte die Peilung, in der das Zentrum liegt.

| Wind | Wolken | Zentrum |
|---|---|---|
| OzN | O | S |
| NNO | NO | SO |
| NWzN | N | O |
| WzN | NWzW | NO |
| SWzW | WSW | N |
| SzW | SWzS | NW |
| SOzS | S | W |
| OSO | SO | SW |

Die Angaben weichen von den vorhergegebenen Regeln ab, weil das Zentrum über Land liegt, sobald die geographische Breite des Ortes, über dem es steht, eine grössere ist, als die der Beobachtungsstation, ausgenommen in dem einen Falle, wo das Zentrum in NO peilt und gleichzeitig weit entfernt ist. Sobald das Zentrum eines Teifuns über das Festland schreitet, fängt es sofort an, sich zu verflachen, und hört auf, als Teifun zu existieren, so dass es nur noch als eine unbedeutende Depression verfolgt werden kann.

In vielen Teifunen ist der auf 0° Wärme und Meeresniveau reduzierte Barometerstand nicht unter 28.80 Zoll. In anderen fällt das Wetterglas auf 28.50 Zoll. Ein niedrigerer Stand kommt selten vor, vereinzelt allerdings ereignet es sich, dass das Barometer noch viel tiefer fällt.

Kein Teifun bleibt jemals stationär, auch nicht auf kurze Zeit. Sobald er sich gebildet hat, wird das Zentrum von dem allgemein vorherrschenden Winde weiter getrieben. Dies ist der Grund, weshalb die Teifune immer eine solche Richtung einschlagen, dass die Gebiete höchsten Druckes zur Rechten ihrer Bahn liegen, und dass sie barometrischen Maxima ausweichen, während sie sich Gebieten niedrigen Druckes nähern. Die meisten Teifune, welche im Stillen Ozeane östlich von den Philippinen oder Formosa entstehen, bewegen sich zunächst in westlicher, dann in nordwestlicher, weiter in nördlicher und schliesslich in nordöstlicher Richtung, und über Japan hinaus bewegen sie sich in östlicher Richtung. Dies geschieht unter dem Einflusse der Gebiete hohen Druckes im nördlichen Pacifischen

Ozeane, um welche sie rechtsdrehend, d. h. mit dem Zeiger der Uhr rotieren. Herrschen 2 Teifune zur nämlichen Zeit, so rotieren sie umeinander in entgegengesetzten Richtungen, d. h. sofern nicht die Einwirkung des Gebietes hohen Druckes vorherrscht, welche eine Abweichung von dieser einfachen Regel hervorrufen kann. In der Chinasee liegt oftmals ein kanalförmiges Gebiet niederen Druckes zwischen einem über dem Festlande Chinas liegenden Hochdruckgebiete und einem über dem südlichen Chinesischen Meere liegenden Maximum. Ein im Stillen Ozeans herrschender Teifun wird dann von dieser tiefen Rinne angezogen und läuft in dem Kanale entlang, weil die zu beiden Seiten desselben wehenden Winde die nämliche Richtung haben wie die um die Sturmmitte rotierenden Winde des Wirbelsturmes, und weil dieser nach der Richtung des geringsten Widerstandes fortschreitet. Während der Jahreszeit, in der die Teifune herrschen, folgen sie zeitweilig schnell hintereinander, und es ereignet sich oft, dass verschiedene zur nämlichen Zeit in verschiedenen Teilen des fernen Westens wüten. Dann kommt eine Zeit des Stillstandes, in der oft wochenlang kein solches Phänomen beobachtet wird; im Hochsommer (August und September) tritt dies jedoch selten ein.

Die Bahnen der Teifune im Stillen Ozeane bilden oftmals Parabeln, während dies in der Chinasee nicht der Fall ist. Eine Krümmung der Bahn, d. h. ein Zurückbiegen derselben nach NO, nach dem anfänglichen nordwestlichen und späteren nördlichen Verlaufe, findet hier nicht statt. Einge Teifune verschwinden in der Chinasee, nachdem sie dort nach SW umgebogen, wieder andere biegen zwischen 20° und 40° nördl. Breite und zwischen 115° und 130° östl. Länge um. Middle Dog Feuerturm, in der nördlichen Einfahrt der Formosastrasse, bildet ungefähr den Mittelpunkt des Gebietes, in dem die Rückdrehung stattfindet. Ein Schiff, das einen Teifun überstanden hat, wird, nachdem er in seiner Bahn abgelenkt ist, nicht so leicht zum zweiten Male in denselben geraten, wie dies im Stillen Ozeane oftmals vorkommt.

Teifune hören auf zu existieren oder bestehen nur noch als Depressionen von geringerer Bedeutung fort, sobald das Zentrum auf das Festland weiterschreitet. Inseln dagegen — selbst nicht Formosa mit seinen hohen Bergen — scheinen ihre Bahn gar nicht zu beeinflussen, dagegen haben offene Wasserstrassen, wie der Balingtang-, Formosa- und Korea-Kanal einen grösseren Einfluss auf dieselben. Es ist schon früher bemerkt worden, dass das Fortschreiten der Sturmmitte die Wirkung des herrschenden Windes ist. Nun fegt der Wind mit bedeutender Gewalt durch diese offenen und von hohen Bergen an beiden Seiten eingefassten Kanäle, dass er nicht nur die Teifune ablenkt, sondern ihr Vorwärtsschreiten auch bedeutend beschleunigt. Diese Erscheinung kann oftmals in der Chinesischen See beobachtet werden, wenn das Zentrum eines Wirbelsturmes sich langsam nordwärts bewegt. Sobald die Sturmmitte die Breite des Balingtang-Kanals erreicht hat, biegt sie meist immer nach

West um und schreitet dann mit einer verdreifachten Geschwindigkeit nach Hainan vorwärts. Solange der Südwestmonsun kräftig weht, bewegen sich die Teifune nordwärts. Nur spät im Jahre, wenn der Nordostmonsun an Stärke zunimmt, ist ihre Richtung in der Chinasee eine westliche.

Die mittlere Geschwindigkeit des Vorrückens eines Teifunzentrums beträgt in 11° Breite circa 5 Meilen per Stunde, in 13° 6½, in 15° 8, in 20° 9, in 25° 11, in 30° 14 und in 32½° 17 Meilen per Stunde. Südlich vom 13° variiert die Geschwindigkeit nicht erheblich, sondern ist ziemlich stetig, ein Umstand, dessen Kenntnis dem Seemanne von Nutzen sein kann, sehr veränderlich ist sie dagegen in höheren Breiten. In 32½° nördl. Breite schwankt diese Geschwindigkeit von 6—36 Meilen, so dass man nicht darauf rechnen kann, ein in dieser Gegend angetroffener Sturm werde mit einer Geschwindigkeit, welche der oben angegebenen Durchschnittszahl auch nur annähernd gleichkommt, sich weiter bewegen. Näher nach dem Äquator hin als 9° sind keine Sturmzentren verfolgt worden, indessen mag ein sehr langsam fallendes Barometer, böiger Südwestwind und grobe See, auch Dünung, zeitweilig bis hinab zum Äquator beobachtet werden.

Der vorherrschende Wind führt nicht nur das Zentrum mit sich fort, sondern unterstützt die Wirkung des Wirbelsturmes und verursacht so im gefährlichen Halbkreise grössere Windstärke als in der anderen Hälfte, wo der Wind mässiger ist und direkter auf das Zentrum zuweht. Ferner bewirkt er, dass hinter dem Teifun der Wind beinahe direkt ins Zentrum hinein- und vor demselben beinahe quer zur Sturmbahn weht. Eine weitere Folge des herrschenden Windes ist die, dass Wind und Wetter schwerer werden, wenn die Sturmmitte passiert ist, als bei ihrer Annäherung.

In der Luft über dem Sturme hört die Einwärtsbewegung des Windes in der Regel in der Höhe einer halben Meile auf, ausgenommen recht hinter dem Zentrum. In Wirklichkeit ist es der in dieser Höhe wehende Wind, welcher den Teifun weiter schiebt, denn alljährlich spät im Herbste giebt es Teifune, welche sich gegen den Nordostmonsun bewegen. Es erklärt sich dies dadurch, dass der Nordostmonsun um diese Jahreszeit nur in geringer Höhe über dem Meere steht, während in den höheren Schichten Südwestwind weht. Solche Wirbelstürme verschwinden oft plötzlich, wenn der Nordostmonsun auffrischt und sich bis in höhere Luftregionen erstreckt.

In noch grösserer Höhe strömt die Luft, welche in die Sturmmitte hineingeweht und über die Schicht, in der es regnet, nach oben geführt worden ist, vom Zentrum weg, und da die Reibung zwischen den Luftteilen unter niedrigem Drucke sehr unbedeutend ist, so fliegt dieselbe mit solcher Geschwindigkeit weg, dass die oberen Luftschichten in die zentrale Windstille hinabgezogen werden. Dies ist der Grund, warum die Luft sich im Sturmauge abklart.

Teifune, welche im Stillen Ozeane in niedrigen Breiten, etwa 13° nördlich entstehen, sind von geringer Ausdehnung, aber besonders heftig. Die Isobaren sind kreisförmig, und die Einwärtsbewegung des Windes beträgt überall 45°, der Unterschied zwischen einem solchen Tornado und einem Teifun ist also der, dass der letztere länger als breit ist, während der erste eine flache kreisrunde Scheibe bildet. Je mehr sich die Teifune nach höheren Breiten bewegen, umsomehr wächst ihr Umfang, während die Heftigkeit des Windes in der Nähe des Zentrums abnimmt, und dann gleichen sie vollkommen einem in nördlichen Breiten entstandenen Sturme. Demnach scheint es unwahrscheinlich, dass die letzteren aus anderen Ursachen und Vorbedingungen entstehen als ein Teifun.

**Die Ursache der Teifune** sucht P. Chevalier in Zi-Ka-Wey, in Übereinstimmung mit Faye in den hohen Regionen des Luftmeeres[1]), wenigstens vermutet er dort die Ursache der Bewegung. Dagegen giebt er zu, dass die Bewegungen im Inneren der Cyklone infolge der Erdrotation so vor sich gehen, dass dort ein aufsteigender Luftstrom entsteht und unterhalten wird.

## 19. Elektrische Erscheinungen der Erdatmosphäre.

**Versuche zur Bestimmung des elektrischen Zustandes der Erdkugel** wurden von Dr. J. Tuma gelegentlich einer Ballonfahrt bei Wien ausgeführt[2]). Die getroffene Versuchsanordnung war folgende:

An den Rand des Korbes des Ballons waren 2 Klammern derart angeschraubt, dass sich die Schrauben ausserhalb befanden. An denselben war eine Stange befestigt, die beiderseits etwa um ein Viertelmeter die Länge des Korbes überragte und an ihren Enden Glasröhren trug, welche durch Siegellack wohl isoliert waren und zur Isolation von Wasserkollektoren dienten. Letztere hingen an einem 15, beziehungsweise 17 *m* langen Spagate, der am Tage vor der Auffahrt gehörig präpariert wurde. Er wurde nämlich in Wasser getaucht, dann durch ein Gewicht belastet so lange aufgehängt, bis dasselbe nicht mehr die Tendenz, sich zu drehen, zeigte. Über diesen Spagat waren Trichter geschoben, die ebenfalls an den isolierenden Glasröhren, und zwar unmittelbar unter denselben, festgebunden waren. In diese Trichter wurde behufs der Vornahme einer Messung Wasser gegossen, welches an dem Spagat in die Kollektoren hinabrann, wodurch das jedesmalige Emporziehen derselben zum Zwecke ihrer Füllung vermieden, und ausserdem mit Wasser gespart wurde. Ferner diente der nasse Spagat, der ein genügend guter Elektrizitätsleiter ist, als Zuleitung zum Elektroskope.

---

[1]) Compt. rend. 1893. **116.** p. 351.
[2]) Gaea 1893. p. 220.

Dies wurde, durch ein Hartgummistück isoliert, in der Hand gehalten und war durch Drähte mit dem Spagat, an dem die Kollektoren hingen, verbunden.

Der Höhenunterschied der beiden Wasserkollektoren betrug demnach 2 *m*, und wurde die Potentialdifferenz zwischen den beiden im Mittel gleich 80 Volt konstatiert. Diese abgelesenen Werte sind zu niedrig, wie sich nach den zahlreichen an der Erdoberfläche gemachten Messungen urteilen lässt, und muss man noch eine Korrektur hinzufügen, welche daher kommt, dass an den langen Spagatschnüren, an welchen die Kollektoren hängen, eine bedeutende Menge Elektrizität durch Ausstrahlung entweicht. Dieser Verlust lässt sich ein- für allemal feststellen und braucht nur zu den abgelesenen Werten hinzugefügt zu werden. Derselbe ist aber grösser, wenn die Oberfläche des Leiters, welcher die Kollektoren mit dem Elektroskope verbindet, rauh ist, daher es doch angezeigt wäre, bei künftigen derartigen Messungen lieber glatte Drähte als rauhen Spagat zu verwenden und auf die allerdings grossen Annehmlichkeiten, welche sonst die vom Verf. getroffene Versuchsanordnung bietet, zu verzichten. Es beeinflusst übrigens diese Korrektur nur den absoluten Wert der Ablesungen, nicht aber den relativen bei verschiedenen Höhen, und haben auch thatsächlich die vom Verf. angestellten Messungen in dieser Richtung die von F. Exner aufgestellte Theorie vollkommen bestätigt.

Nach dieser Theorie stammen die in der Atmosphäre befindlichen Elektrizitätsmengen daher, dass der von der Erdoberfläche aufsteigende Wasserdampf Elektrizität von dieser mitnimmt. Die Wirkung dieser Elektrizität ist dann die, dass sie, sobald sie sich über uns befindet, bestrebt ist, die Potentialänderung zwischen 2 Punkten über der Erdoberfläche zu verkleinern.

Je höher man steigt, desto mehr Wasserdampf bleibt unter dem Beobachter, und desto grösser müssen auch die Werte sein, welche am Elektroskope abgelesen werden, was sich auch wirklich bestätigt hat.

In einem Falle, nämlich in einer Höhe von etwa 800 *m* über dem Leopoldsberge, war die Potentialdifferenz so gross, dass sie nicht mehr bestimmt werden konnte, also über 400 Volt. Die Ursache dieser Erscheinung ist aber der Berg. Es ist die Potentialänderung über jeder Erhebung des Erdbodens eine bedeutendere als über dem ebenen Felde, und dies ist auch der Grund, weshalb der Blitz sich mit Vorliebe solche Gegenstände aussucht, um an ihnen zur Erde zu fahren.

Bei diesen Messungen war der Sinn der abgelesenen Potentialdifferenzen ein derartiger, dass sich daraus eine negative Ladung der Erde ableiten lässt. Um die absolute Stärke dieser Ladung zu bestimmen, wäre es sehr wünschenswert, dass noch eine grössere Anzahl Ballonfahrten zu diesem Zwecke unternommen würden, und zwar zu bedeutenden Höhen, um möglichst viel vom elektrischen

Wasserdampfe unter sich zu haben. Jedenfalls ist schon, nach unter anderen Voraussetzungen vorgenommenen Messungen zu urteilen, sicher, dass die Erde eine so stark negativ geladene Kugel ist, dass wir nicht im stande sind, mit irgend einer Elektrisiermaschine einen Konduktor ebenso stark zu laden.

**Der Kugelblitz** ist Gegenstand einer umfassenden kritisch-litterarischen Studie von Prof. Sauter gewesen[1]). Er bezeichnet als charakteristischen Unterschied dieser Blitze von den gewöhnlichen ihre Dauer, ihre Geschwindigkeit und ihre Form. „Während," sagt er, „der zickzackförmige, schmale, scharf gezeichnete Blitz und ebenso der oberflächlich mit bestimmten Umrissen erscheinende Blitz nur einen Augenblick, und zwar meistens weniger denn $^1/_{1000}$ Sekunde, dauert, sind die Blitze 3. Klasse, d. h. die Kugelblitze, oft 1, 2, 10 u. s. w. Sekunden, ja oft verschiedene Minuten lang sichtbar. Sie bewegen sich ziemlich langsam von den Wolken zur Erde, so dass das Auge deutlich ihren Lauf zu verfolgen und ihre Geschwindigkeit zu schätzen vermag. Ihre Bewegung kann mit dem Fluge eines Vogels, dem Laufen eines Tieres oder dem Rollen einer Kegelkugel verglichen werden, und fast stets zeigten sie sich dem Beobachter in kugel- oder eiförmiger Gestalt. Meistens sind mit der Erscheinung der Kugelblitze starke elektrische Entladungen der Atmosphäre verbunden, nur selten wird von einem einzelnen Kugelblitze berichtet, dem andere Blitze weder folgten, noch vorangingen, jedoch waren die sonstigen Begleiterscheinungen der Atmosphäre stets gewitterähnliche. Die übrigen Kennzeichen sind nicht stichhaltig. Bald erscheinen die Kugelblitze vor einer Entladung, bald nach einer solchen, zuweilen verschwinden sie spurlos, zuweilen explodieren sie unter furchtbarem Krachen, das bald mit dem Geräusche eines Pistolen-, Flinten- oder Kanonenschusses, eines Schusses aus einem grossen Mörser oder aus 20, ja sogar 100 gleichzeitig abgefeuerten Kanonen verglichen wird, oder von dem behauptet wird, dass noch niemals ein solches schreckliches Krachen gehört worden sei. Oft folgen die Kugelblitze den Dachkanten der Häuser, manchmal dem Blitzableiter, ebenso oft, ja fast öfter, verzichten sie auf derartige Wegweiser und irren umher ohne jedes erkennbare Gesetz und Ziel. Ihre Lichtstärke wird verschieden angegeben und scheint nicht gross zu sein, bald erscheinen sie mit einer roten Flamme, wie der Zünder einer Bombe, oder hinterlassen einen Streifen hellen Lichtes, wie eine bei Nacht abgefeuerte Rakete. Das scheinbare Volum der Kugelblitze wird verschiedenartig angegeben, teils nach exakten Messungen, teils nach Schätzungen variiert der Durchmesser zwischen 11 *cm* und 116 *cm*. Die Grösse wird bald mit einem Kinderballe, einem 6 Pencestück, einem Hühnerei, der Grösse der Faust, einer kleinen Kanonenkugel, einem Kinderkopfe, einem Manneskopfe, einem Kricketballe, einer Kanonenkugel grössten Kalibers, einer Bombe,

[1]) Beilage zum Programm des Kgl. Realgymnasiums zu Ulm 1871/72.

mit der Mondscheibe, der Sonnenscheibe, dem Volum eines neugeborenen Kindes, einem kleinen Fässchen, einer Tonne, ja sogar mit einem grossen Mahlsteine verglichen. Bald drehen sich die Kugelblitze mit grösserer oder geringerer Geschwindigkeit um sich selbst, bald schleudern sie Flammen oder Funken nach allen Seiten hin von sich, bald teilen sie sich in mehrere kleine Kugeln, sowohl in der Atmosphäre selbst, als auch erst, nachdem sie auf dem Erdboden angelangt sind. Beim Durchsetzen der Atmosphäre sind sie oft von einem scharfen Zischen begleitet, vielfach verbreiten sie in der Atmosphäre, in der Nähe des Erdbodens und besonders in den Häusern einen Schwefelgeruch, der zuweilen so stark ist, dass den Menschen der Tod durch Ersticken droht. Bald bewegen sich die Kugelblitze in gerader, bald in krummer oder wellenförmiger Linie, bald steigen sie wieder, nachdem sie sich gegen den Erdboden hin gesenkt haben, in die Atmosphäre zurück, ohne den Erdboden erreicht zu haben, bald bewegen sie sich in schräger Richtung in der Nähe des Bodens über die Erdoberfläche dahin oder scheinen gar aus der Erde emporzusteigen. Eine der merkwürdigsten Erscheinungen, die man bei Kugelblitzen sehen kann, besteht darin, dass, nachdem die Kugelblitze den Erdboden erreicht haben, sie manchmal wie ein Gummiball mehrere Male auf und ab hüpfen. Manchmal dringen die Kugelblitze, trotz ihres Volums, in sehr enge Öffnungen ein und nehmen bei ihrem Austritte wieder ihr ursprüngliches Volum an. Durch Thüren, Fenster, den Kamin oder indem sie eine Mauer oder das Dach durchbrechen, dringen die Kugelblitze in die Wohnungen der Menschen ein, durchlaufen manchmal mehrere Zimmer, um entweder zu zerplatzen, ganz geräuschlos zu verschwinden oder endlich wieder durch den Kamin, ein Fenster oder eine Thüre ins Freie zu gelangen. Auf freiem Felde verschwinden die Kugelblitze oft in einem Bache, einem Sumpfe oder in einer Schwemme. Manchmal scheinen die Kugelblitze einfach vom Winde davongetragen zu werden, manchmal stehen sie auf ihrer Bahn einige Augenblicke still. Die Wirkungen der Kugelblitze auf dem Erdboden und in den Häusern sind im allgemeinen dieselben, wie die der gewöhnlichen Blitze, doch sind sie zuweilen von enormer Heftigkeit. Der Boden wird manchmal von Kugelblitzen ganz durchfurcht und ausgehöhlt, und sehr oft werden die von ihnen getroffenen Gegenstände angebohrt, bezw. durchlöchert, ohne jedoch immer die getroffenen Körper, Häuser, Türme, Schiffe u. s. w. in Brand zu versetzen. Die Wirkungen der Kugelblitze auf den Menschen sind verschiedener Art, bald laufen die Kugelblitze harmlos unter Personen umher, ohne diese auch nur im geringsten zu verletzen, oft versetzen sie denselben, ohne diese zu berühren und ohne zu explodieren, mehr oder weniger heftige Schläge, zuweilen erzeugen sie leichte Verwundungen und haben in manchen Fällen schon den Tod von Personen herbeigeführt. Auch ein bestimmtes Land scheinen sie nicht zu bevorzugen, man besitzt eine Reihe von Beispielen von den verschiedensten Ländern, wie auch von hoher See. Sie scheinen

auch an keine Jahreszeit gebunden zu sein, im Sommer, d. h. zur Zeit der Gewitter, sind sie etwas häufiger, als in anderen Jahreszeiten, doch ist auch die Anzahl der im Winter aufgetretenen Kugelblitze relativ sehr gross. Am Tage scheinen sie häufiger vorzukommen als bei Nacht, doch mögen bei Nacht die nicht in die Häuser eindringenden Kugelblitze der Beobachtung vielfach entgehen. „Es ist wahrscheinlich“, sagt H. de Parville[1]), „dass die Erscheinung des Kugelblitzes öfters entsteht, als man denkt; sie entging bisher den Beobachtern, die sie nicht erwarteten; so kann man nach Alluard, dem Direktor des Observatoriums am Puy de Dôme, nicht selten zur Zeit eines Gewitters Mengen kleiner Feuerkugeln auf den Rücken des Berges auffallen sehen.“

Zur näheren Charakterisierung dieser Kugelblitze und zur Widerlegung der gegen die Realität dieser Erscheinung erhobenen Einwände sowohl, als zur Prüfung der Deutungen des Phänomens ist es gut, spezielle Beschreibungen des Auftretens von Kugelblitzen zur Hand zu haben. Prof. Sauter hat deshalb im 2. Teile seiner Arbeit ein sehr vollständiges Verzeichnis aller bekannten Erscheinungen des Kugelblitzes gegeben und damit ein wirklich dringendes Bedürfnis der Wissenschaft befriedigt. Aus diesem höchst wertvollen Verzeichnisse wurden folgende Beispiele entnommen:

Am 23. Mai 1712 zwischen 2 und 3 Uhr nachmittags sah während eines Gewitters in der Nähe von Baden eine Magd, die sich auf einer Wiese befand, eine ungefähr einen halben Fuss im Durchmesser haltende Kugel sich horizontal in der Luft, ungefähr 12 Fuss vom Boden entfernt, dahin bewegen. Sie bückte sich instinktiv aus Furcht, von der Kugel getroffen zu werden, allein diese ging an ihr vorüber und direkt auf einen Baum zu, von welchem sie grosse Rindenstücke wegriss, ohne Spuren einer Verbrennung zu hinterlassen. Nachdem die Kugel diesen Baum verlassen hatte, wandte sie sich von da aus auf das Haus des Herrn Escher zu und brachte die Wirkungen des gewöhnlichen Blitzes hervor.

Am 30 Mai 1769 sahen mehrere Personen abends während eines Gewitters den Blitz unter der Gestalt einer Feuerkugel in den Gasthof zum Stern in Stockholm einschlagen. wobei gleich darauf eine Menge Feuerkugeln über das Strassenpflaster dahin liefen, und zwar auf ein Gässchen zu, welches auf eine Schiffbrücke zuführte, ohne irgend welchen Schaden anzurichten.

Im Jahre 1777 sah man eine etwa 2 bis 3 Fuss im Durchmesser haltende Feuerkugel sich aus den Wolken auf die Spitze des Blitzableiters des Observatoriums von Padua stürzen. Die Leitung bestand aus einer eisernen Kette, welche an ihrer Verbindungsstelle mit der Auffangstange zerrissen wurde

Die folgende Szene stammt aus einem Briefe des Abbé Spallanzani an den P. Barletti, sie trug sich in der Nähe von Ginepreto, nicht weit von Pavia, während eines heftigen, mit Blitz und Donner begleiteten Gewitters am 29. August 1791 zu.

„Ungefähr 150 Schritte von einem Bauernhofe entfernt weidete auf einer Wiese eine Herde von Gänsen. Ein junges, ungefähr 12 Jahre altes Mädchen und ein noch jüngerer Knabe liefen vom Hofe her auf die Gänse zu, um diese in den Hof zurückzutreiben. Auf derselben Wiese befand

[1]) Planté, elektr. Ersch., Halle 1889, p. 25 Anmerkung 1 nach Causeries scientifiques 1876.

sich ein junger 9—10 Jahre alter Knabe und ein ca. 50 Jahre alter Mann. Plötzlich erschien auf der Wiese, 3 bis 4 Fuss von dem jungen Mädchen entfernt, eine etwa 2 Faust grosse Feuerkugel, kroch auf dem Boden dahin, lief rasch auf die nackten Füsse des Mädchens zu, verschwand dann unter ihren Kleidern, kam dann wieder unter kugelförmiger Gestalt oberhalb ihres Mieders zum Vorschein und schwang sich dann unter Geräusch in die Luft empor. In dem Augenblicke, als die Feuerkugel unter den Röcken des Mädchens verschwand, erweiterten sich diese wie ein Regenschirm, der geöffnet wird. Diese Einzelheiten wurden nicht von der Patientin, die sofort zu Boden fiel, gegeben, sondern von dem oben erwähnten Knaben und Mann, die, einzeln für sich befragt, den Vorfall ganz auf dieselbe Weise erzählten. „Ich mochte sie fragen, so oft ich wollte“ — sagt Spallanzani — „ob sie in diesem Augenblicke eine Flamme aus den Wolken auf das Mädchen haben herabstürzen sehen, so antworteten sie mir immer mit „Nein“ und sagten, dass sie die Kugel von unten nach oben und nicht von oben nach unten sich haben bewegen sehen“. Auf dem Körper des Mädchens, das indessen bald wieder zum Bewusstsein kam, fand man eine oberflächliche Erosion, die sich vom rechten Knie bis gegen die Mitte der Brust hin erstreckte, auch zeigte das Hemd an den entsprechenden Stellen Brandspuren. Der Landarzt Dr. Dagna, der wenige Stunden nach dem Vorfalle die Verletzte untersuchte, fand ausser den schon erwähnten Erosionen mehrere oberflächliche, geschlängelte und schwärzliche Striemen, welche die Seitenspuren des Hauptastes des Blitzes darstellten. Die Wiese zeigte in der nächsten Umgebung des Vorfalles keinerlei Spuren der Feuerkugel.

Zu Ypres ging den 10. Juni 1886 eine Feuerkugel von der Grösse einer Billardkugel von dem Indikatortableau eines Telegraphenamtes, von welchem die Nummer vernichtet wurde, aus und blitzte in ungefähr 10 *cm* Höhe oberhalb des Apparattisches auf, wobei eine Detonation entstand, die in den verschiedenen Lokalen der Station und in einem Kaffeehause, das 150 *m* vom Bureau entfernt sich befindet, gehört wurde. Der Sekretär, der Zeuge der Erscheinung war, erhielt von der Feuerkugel auf der Hand eine Spur und vier oder fünf im rechten Ärmel seines Arbeitsrockes, welcher leicht versengt war.

Zu Gembloux in Belgien sah den 2. Juli 1886 das Personal des Telegraphenbureaus eine Feuerkugel den Telegraphendrähten von der Decke bis zum Kommutator folgen, dann aufleuchten, wobei eine starke Detonation erzeugt wurde.

C. Holzmann berichtet über einen zu St. Stephan am Gratkorn beobachteten Kugelblitz folgendes: „Um $9^h$ $39^m$ (Prager Zeit) sah ich einen Kugelblitz; ein Blitzstrahl ging senkrecht zum Himmel, endete in eine Kugel, welche plötzlich erlosch, resp platzte, ähnlich einer Rakete.“ (Datum fehlt.)

Die Sternwarte zu Madrid publizierte, nach der „Nature“, folgende Notiz: „Dr. Ernesto Caballero, Professor der Physik und Direktor der elektrischen Beleuchtungsfabrik in Pontevedra, berichtet an die Sternwarte über eine merkwürdige meteorologische Erscheinung, die am 2 Januar 1890 $9^h$ $15^m$ p. m. sich gezeigt hat. Bei heiterem und klarem Himmel erschien plötzlich eine Feuerkugel von der Grösse einer Orange, welche, nachdem sie (es ist nicht möglich anzugeben, wie und woher) auf die durch die Stadt gespannten Leitungsdrähte gefallen war, in die Fabrik durch ein Lichtloch oder Fenster eindrang, den Apparat zur Verteilung des Lichtes traf, von dem sie die arbeitende Dynamomaschine traf. Vor den Augen der erschreckten anwesenden Ingenieure und Arbeiter prallte sie zweimal von der Dynamomaschine zum Konduktor und vom Konduktor zur Dynamomaschine, dann fiel sie nieder und zersprang mit einer scharfen und deutlichen Detonation in eine Menge von Stücken, ohne einen Schaden anzurichten oder eine Spur ihrer rätselhaften Existenz zu hinterlassen. In verschiedenen Teilen der Stadt oscillierten die Lichter schnell und

erloschen für einige Sekunden. Dass die Finsternis keine allgemeine und lang andauernde wurde, war der Geistesgegenwart der Beamten zu danken, welche augenblicklich die Ordnung wieder herstellten, die so plötzlich und geheimnisvoll unterbrochen worden war durch dieses rätselhafte Meteor, von dessen Wirkung und Anwesenheit nur Spuren übrig blieben an den geschmolzenen Ecken der dicken Kupferplatten, welche zur Armatur des Kreisschliessers gehören. Ausserhalb des Gebäudes und in dem Momente des Auffallens auf die Leitungsdrähte wurde das Meteor vom Professor der Naturgeschichte, Senor Garcéran gesehen; die verschiedenen Wirkungen, die am nächsten Tage an den Drähten beobachtet wurden, waren unzweifelhafte Belege seines elektrischen Ursprungs."

Der Kirchturm der Kathedrale in Siena war kurze Zeit vor dem in folgendem beschriebenen Ereignisse mit einem Blitzableiter versehen worden. Die Leitung führte unter der Uhr vorbei, durch ein kleines Fenster nach aussen, ging dann in einer Vertiefung längs einer der äusseren Flächen des Turmes entlang und endigte im Boden an einer Stelle, unterhalb welcher ein Wasserlauf vorbeiführte. Am 18. April 1777 gegen 6$^h$ abends sah man plötzlich während eines heftigen Gewitters die Eisenteile, welche die grosse Turmglocke tragen, funkeln und aus dem kleinen Fenster unterhalb der Uhr eine purpurrote Feuerkugel hervorkommen, welche, nachdem sie der Leitung des Blitzableiters entlang gelaufen war, sich in den Boden eingrub. Bevor sie jedoch in die in die Mauer für die Leitung eingehauene Vertiefung trat, schleuderte diese Feuerkugel mehrere grosse Funken um sich, die auf das Pflaster fielen und mit den Funken verglichen wurden, welche ein brennendes, zum Teil verkohltes Stück Holz von sich giebt, wenn es gegen eine Mauer geschlagen wird. In der Strasse verbreitete sich ein schwefelähnlicher Geruch. Die Blitzableiterleitung blieb unversehrt, desgleichen auch das Innere und Äussere des Turmes. Niemand wurde verletzt, nur ein Mann wurde umgeworfen, kam jedoch gleich wieder zu sich.

An der Thatsächlichkeit der Kugelblitze ist nicht zu zweifeln, es fragt sich nur, wie soll man diese Phänomene erklären? Prof. Sauter giebt in seiner Abhandlung kurze Darstellungen der von verschiedenen Forschern aufgestellten Hypothesen. Von diesen ist eigentlich nur eine einzige, diejenige von Gaston Planté, genauerer Berücksichtigung wert. Planté hat durch Versuche gezeigt, dass die ponderable Materie unter dem Einflusse einer mächtigen dynamischen Elektrizitätsquelle die Kugelgestalt anzunehmen bestrebt ist. Diese Eigenschaft wurde zuerst an Flüssigkeiten nachgewiesen, indem dort leuchtende Flüssigkeitskugeln beobachtet wurden. Durch Vermehrung der Spannung ergaben sich sogar in der Luft, welche mit Wasserdampf vermischt ist, wirkliche Feuerkugeln.

Planté glaubte daher, aus diesen Versuchen schliessen zu dürfen, dass auch die in der Natur vorkommenden Kugelblitze durch Elektrizitätsströme, in welchen die Quantität der Elektrizität mit deren Spannung verbunden ist, erzeugt werden. Bei heftigen Gewittern, sagt Planté, bei denen in der Atmosphäre grosse Elektrizitätsmengen vorhanden sind, können die Entladungen wie die eines mächtigen elektrischen Stromes von sehr hoher Spannung vor sich gehen, so dass der Blitz in Kugelgestalt erscheint, während bei weniger heftigen Gewittern der Blitz die geradlinige, resp. geschlängelte Form annimmt und mit den Funken einer gewöhnlichen Elektrisiermaschine verglichen werden kann.

Die Natur der Kugelblitze scheint dieselbe wie die der in den oben erwähnten Versuchen erzeugten Feuerkugeln zu sein. Die Kugeln scheinen nach Planté aus glühender, verdünnter Luft und aus den bei der Zersetzung des Wasserdampfes gebildeten Gasen zu bestehen, welch letztere sich ebenfalls in glühendem, verdünntem Zustande befinden.

Das Wasser wird in der That bei dem Versuche Planté's nicht nur verdampft, sondern am Ende eines und desselben Poles zufolge der sehr hohen, von dem hochgespannten Strome erzeugten Temperatur zerlegt.

Wenn auch eine Wasseroberfläche zur Erzeugung leuchtender elektrischer Kugeln nicht unbedingt notwendig ist, da sich solche auch oberhalb einer metallischen Oberfläche ergaben, so erleichtert doch wenigstens die Anwesenheit von Wasser oder Wasserdampf ihre Bildung oder ist bestrebt, denselben ein grösseres Volum zu geben, und zwar entsprechend der Anwesenheit der Gase, welche bei der Dissoziation des Wassers bei hoher Temperatur entstehen.

Auch scheint die feuchte Luft zur Erzeugung der Kugelblitze günstiger zu sein, und man hat sie oft teils auf überschwemmtem Boden (infolge eines starken Regengusses), teils in einer mit Feuchtigkeit gesättigten Atmosphäre beobachtet.

Planté kommt zu dem Schlusse, dass die Kugelblitze eine langsame und teilweise, entweder direkt oder auf dem Wege der Influenz vor sich gehende Entladung der Elektrizität der Gewitterwolke darstellen, sobald diese Elektrizität in ausnahmsweise mächtiger Menge vorhanden ist, und sobald die Wolke selbst oder die stark elektrisierte, feuchte Luftsäule, welche sozusagen die Elektrode bildet, sich dem Erdboden sehr nahe befindet, dergestalt, dass sie diesen fast vollständig erreicht oder von demselben nur durch eine isolierende Luftschicht von geringer Dicke getrennt ist.

Prof. Leonhard Weber hat die Planté'sche Erklärung des Kugelblitzes einer eingehenden Kritik unterzogen und findet sie nicht ausreichend, die Thatsache zu erklären. „Wenn aber auch," bemerkt schliesslich Prof. Sauter, „eine endgültige, unantastbare Erklärung der ebenso merkwürdigen, als seltenen Erscheinung der Kugelblitze bis jetzt noch nicht gefunden ist, so kann man jedenfalls L. Weber beistimmen, wenn er sagt, dass man sich vor der Hand damit begnügen müsse, die Existenzfrage der Kugelblitze auf Grund der Planté'schen Versuche, sowie der zahlreichen Berichte zu bejahen und die speziellere Erklärung einzelner Formen der Erscheinung von weiteren Untersuchungen zu erwarten."

**Die Verbreitung der Gewitter über der Erdoberfläche.** A. Klossowsky hat die monatliche Verteilung der Gewitter an zahlreichen Orten der Erdoberfläche zusammengestellt[1]), und seine Liste dürfte wohl die reichhaltigste sein, welche bis jetzt veröffentlicht wurde. Sie folgt deshalb hier mit einigen unwesentlichen Abkürzungen

[1]) Revue météorologique 3. Odessa 1893 (russisch).

## A. Russland.

| | | Zahl der Beobachtungsjahre | Breite N. | Länge O. v. Gr. | Januar | Februar |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Kola | 12 (78—89) | 68° 53′ | 33° 1′ | 0.0 | 0.0 |
| 2 | Kem | 24 (66—89) | 64 57 | 34 39 | 0.0 | 0.0 |
| 3 | Archangelsk | 20 (70—89) | 64 33 | 40 32 | 0.0 | 0.0 |
| 4 | Petrosawodsk | 14 (77—89) | 61 47 | 34 23 | 0.0 | 0.0 |
| 5 | Walaam | 16 (74 - 89) | 61 23 | 30 57 | 0.0 | 0.0 |
| 6 | Wytegra | 12 (78—89) | 61 0 | 36 27 | 0.0 | 0.0 |
| 7 | Wologda | 9 (77—80, 85—89) | 59 14 | 39 53 | 0.0 | 0.0 |
| 8 | Wiatka | 16 (74—89) | 58 36 | 49 41 | 0.0 | 0.0 |
| 9 | St. Petersburg | 25 (65—89) | 59 56 | 30 16 | 0.0 | 0.0 |
| 10 | Kronstadt | 24 (66—89) | 59 59 | 29 47 | 0.0 | 0.0 |
| 11 | Hogland-Leuchtturm | 24 (66—89) | 60 6 | 26 59 | 0.0 | 0.0 |
| 12 | Reval | 20 (70—89) | 59 26 | 24 45 | 0.0 | 0.0 |
| 13 | Baltisch-Port | 16 (70—85) | 59 21 | 24 3 | 0.0 | 0.0 |
| 14 | Juriew (Dorpat) | 20 (70—89) | 58 23 | 26 43 | 0.0 | 0.0 |
| 15 | Riga | 22 (65—68, 70, 73—89) | 56 57 | 24 6 | 0.0 | 0.0 |
| 16 | Windau | 20 (70—89) | 57 24 | 21 33 | 0.0 | 0.0 |
| 17 | Mitau | 9 (66—67, 70—76) | 56 39 | 23 44 | 0.1 | 0.0 |
| 18 | Schlüsselburg | 11 (77—87) | 59 57 | 31 2 | 0.0 | 0.0 |
| 19 | Nowaja-Ladoga | 13 (77—89) | 60 7 | 32 19 | 0.0 | 0.0 |
| 20 | Pawlowsk | 12 (78—89) | 59 41 | 30 29 | 0.3 | 0.2 |
| 21 | Pernau | 12 (78—89) | 58 23 | 24 30 | 0.0 | 0.0 |
| 22 | Libau | 13 (77—89) | 56 31 | 21 1 | 0.0 | 0.0 |
| 23 | Ssermaxa | 13 (77—89) | 60 28 | 33 5 | 0.0 | 0.0 |
| 24 | Wilno | 20 (69—82, 84—89) | 54 41 | 25 18 | 0.0 | 0.0 |
| 25 | Gorki | 18 (71—77, 79—89) | 54 17 | 30 59 | 0.0 | 0.0 |
| 26 | Belostock | 15 (73—85, 88—89) | 53 8 | 23 10 | 0.0 | 0.0 |
| 27 | Warschau | 20 (70—89) | 52 13 | 21 2 | 0.0 | 0.0 |
| 28 | Nowaja-Alexandria | 18 (72—89) | 51 25 | 21 57 | 0.0 | 0.0 |
| 29 | Kiew | 20 (70—89) | 50 27 | 30 30 | 0.0 | 0.0 |
| 30 | Gorodischtsche | 13 (72—84) | 49 17 | 31 27 | 0.1 | 0.0 |
| 31 | Pinsk | 13 (77—89) | 52 7 | 26 6 | 0.0 | 0.0 |
| 32 | Elissawetgrad | 15 (75—89) | 48 31 | 32 17 | 0.0 | 0.0 |
| 33 | Staryj-Bychow | 10 (76—85) | 53 31 | 30 16 | 0 0 | 0.0 |
| 34 | Rshew | 4 (76 - 79) | 56 16 | 34 20 | 0.0 | 0.0 |
| 35 | Moskau | 24 (66—89) | 55 50 | 37 33 | 0.0 | 0.0 |
| 36 | Kasan | 20 (70—89) | 55 47 | 49 8 | 0.0 | 0.0 |
| 37 | Gulynki | 19 (71—89) | 54 14 | 40 0 | 0.0 | 0.0 |
| 38 | Schatzk | 5 (73, 75—77 u. 79) | 54 1 | 41 43 | 0.0 | 0.0 |
| 39 | Ssimbirsk | 11 (77—79, 81—87) | 54 19 | 48 24 | 0.0 | 0.0 |
| 40 | Saratow | 6 (74, 76, 79, 80, 87 u. 89) | 51 32 | 46 3 | 0.0 | 0.0 |
| 41 | Woronesh | 17 (73—89) | 51 40 | 39 13 | 0.0 | 0.1 |
| 42 | Tschernigow | 13 (70—75, 83—89) | 51 29 | 31 18 | 0.0 | 0.0 |
| 43 | Tambow | 9 (81—89) | 52 44 | 41 28 | 0.0 | 0.0 |
| 44 | Kischinew | 13 (70—79, 87—89) | 46 59 | 28 51 | 0.0 | 0.0 |
| 45 | Odessa | 24 (66—89) | 46 29 | 30 44 | 0.0 | 0.0 |
| 46 | Nikolajew | 25 (65—89) | 46 58 | 31 58 | 0.0 | 0.0 |
| 47 | Otschakow | 16 (74—89) | 46 36 | 31 32 | 0.0 | 0.0 |
| 48 | Sebastopol | 22 (65-68, 70-79, 82-89) | 44 37 | 33 31 | 0.0 | 0.1 |
| 49 | Kertsch | 15 (74—80, 82—89) | 45 21 | 36 29 | 0.0 | 0.0 |
| 50 | Lugan | 25 (65—89) | 48 35 | 39 20 | 0.0 | 0.0 |
| 51 | Margaritowka | 15 (75—89) | 47 0 | 38 31 | 0.0 | 0.0 |
| 52 | Taganrog | 14 (75—80, 82—89) | 47 12 | 38 59 | 0.0 | 0.0 |
| 53 | Tarchankutischer Leuchtturm | 16 (74—89) | 45 21 | 32 31 | 0.1 | 0.1 |

## A. Russland.

| März | April | Mai | Juni | Juli | August | September | Oktober | November | Dezember | Jahr |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.6 | 2.1 | 0.8 | 0.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 3.8 |
| 0.0 | 0.0 | 0.4 | 1.2 | 1.8 | 1.7 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 5.1 |
| 0.0 | 0.1 | 0.7 | 1.5 | 3.7 | 2.3 | 0.3 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 8.6 |
| 0.0 | 0.3 | 2.5 | 3.2 | 4.7 | 1.9 | 0.4 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 13.0 |
| 0.0 | 0.3 | 0.6 | 1.7 | 2.2 | 1.6 | 0.6 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 7.0 |
| 0.0 | 0.0 | 1.7 | 2.8 | 4.3 | 2.3 | 0.6 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 11.7 |
| 0.0 | 0.1 | 2.6 | 3.0 | 5.1 | 1.0 | 0.7 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 12.5 |
| 0.0 | 0.0 | 1.8 | 2.4 | 3.1 | 2.2 | 0.6 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 10.1 |
| 0.0 | 0.1 | 1.6 | 3.0 | 4.1 | 2.9 | 0.8 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 12.5 |
| 0.0 | 0.1 | 1.3 | 2.0 | 3.0 | 2.7 | 0.6 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 9.7 |
| 0.0 | 0.1 | 1.7 | 2.7 | 4.4 | 3.3 | 1.2 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 13.5 |
| 0.0 | 0.3 | 0.9 | 1.9 | 2.2 | 1.8 | 0.7 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 7.9 |
| 0.0 | 0.0 | 0.7 | 2.3 | 2.6 | 3.0 | 1.3 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 9.9 |
| 0.0 | 0.4 | 1.8 | 2.9 | 4.5 | 2.7 | 0.9 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 13.2 |
| 0.0 | 0.5 | 1.2 | 2.5 | 4.0 | 2.4 | 0.8 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 11.4 |
| 0.0 | 0.4 | 1.2 | 2.2 | 2.1 | 2.0 | 1.6 | 0.6 | 0.0 | 0.0 | 10.1 |
| 0.0 | 0.2 | 1.0 | 3.9 | 1.7 | 1.1 | 0.7 | 0.1 | 0.1 | 0.0 | 8.9 |
| 0.0 | 0.0 | 0.8 | 1.0 | 1.7 | 0.9 | 0.7 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 5.1 |
| 0.0 | 0.1 | 1.8 | 1.8 | 3.3 | 1.2 | 0.2 | 0.2 | 0.0 | 0.0 | 8.6 |
| 0.5 | 0.8 | 1.9 | 2.8 | 5.0 | 2.5 | 0.6 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 14.6 |
| 0.0 | 0.1 | 1.5 | 3.1 | 3.9 | 4.0 | 1.6 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 14.6 |
| 0.1 | 0.4 | 1.5 | 2.1 | 2.4 | 2.2 | 1.3 | 0.3 | 0.0 | 0.0 | 10.3 |
| 0.0 | 0.1 | 1.5 | 2.7 | 4.5 | 2.2 | 0.8 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 11.8 |
| 0.0 | 0.8 | 2.1 | 2.9 | 3.4 | 1.7 | 0.7 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 11.6 |
| 0.0 | 0.5 | 1.7 | 2.0 | 2.6 | 1.2 | 0.2 | 0.2 | 0.0 | 0.0 | 8.4 |
| 0.3 | 0.8 | 1.7 | 1.8 | 2.6 | 2.3 | 0.7 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 10.3 |
| 0.3 | 1.1 | 3.2 | 4.2 | 4.0 | 3.8 | 1.2 | 0.1 | 0.2 | 0.0 | 18.1 |
| 0.0 | 1.1 | 3.3 | 3.8 | 4.2 | 3.6 | 1.4 | 0.5 | 0.1 | 0.0 | 18.0 |
| 0.1 | 0.8 | 2.7 | 4.2 | 4.3 | 3.4 | 1.5 | 0.3 | 0.1 | 0.0 | 17.4 |
| 0.2 | 1.2 | 3.3 | 5.2 | 6.0 | 3.5 | 1.2 | 0.2 | 0.0 | 0.0 | 20.9 |
| 0.1 | 1.2 | 3.8 | 3.5 | 5.7 | 3.4 | 1.1 | 0.2 | 0.0 | 0.0 | 19.0 |
| 0.0 | 1.3 | 4.0 | 5.8 | 6.1 | 2.7 | 1.5 | 0.3 | 0.0 | 0.1 | 21.8 |
| 0.0 | 1.4 | 2.4 | 5.4 | 7.6 | 5.9 | 2.6 | 1.5 | 0.2 | 0.0 | 27.0 |
| 0.0 | 0.8 | 1.3 | 2.0 | 1.8 | 1.3 | 0.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 7.4 |
| 0.0 | 0.5 | 2.9 | 4.0 | 5.6 | 2.8 | 0.5 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 16.4 |
| 0.0 | 0.5 | 1.8 | 3.8 | 4.3 | 2.0 | 0.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 12.9 |
| 0.0 | 0.6 | 1.9 | 3.6 | 4.6 | 3.5 | 1.4 | 0.2 | 0.1 | 0.0 | 15.9 |
| 0.0 | 1.2 | 3.4 | 3.2 | 2.4 | 1.3 | 0.4 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 11.9 |
| 0.0 | 0.5 | 4.5 | 6.0 | 5.8 | 3.4 | 0.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 20.7 |
| 0.0 | 0.3 | 2.0 | 3.5 | 6.2 | 2.2 | 0.8 | 0.3 | 0.0 | 0.0 | 15.3 |
| 0.1 | 0.6 | 3.3 | 5.3 | 3.9 | 3.2 | 0.6 | 0.4 | 0.0 | 0.1 | 17.6 |
| 0.1 | 0.8 | 2.5 | 3.4 | 3.2 | 2.4 | 0.2 | 0.6 | 0.0 | 0.0 | 13.2 |
| 0.0 | 1.3 | 4.7 | 8.0 | 6.3 | 5.2 | 1.1 | 0.3 | 0.0 | 0.0 | 26.9 |
| 0.2 | 2.0 | 4.2 | 7.6 | 6.5 | 5.0 | 2.0 | 0.4 | 0.2 | 0.0 | 28.1 |
| 0.1 | 0.4 | 2.0 | 4.3 | 3.8 | 2.4 | 1.0 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 14.4 |
| 0.0 | 0.5 | 2.8 | 4.0 | 4.6 | 1.9 | 0.8 | 0.4 | 0.2 | 0.0 | 15.2 |
| 0.0 | 0.0 | 0.8 | 1.2 | 1.0 | 0.6 | 0.0 | 0.1 | 0.3 | 0.0 | 4.0 |
| 0.1 | 0.2 | 0.7 | 2.2 | 2.1 | 2.0 | 1.3 | 0.3 | 0.1 | 0.3 | 9.4 |
| 0.0 | 0.0 | 0.5 | 2.5 | 1.6 | 1.3 | 0.5 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 6.5 |
| 0.1 | 0.4 | 1.8 | 3.6 | 3.4 | 1.6 | 0.7 | 0.2 | 0.0 | 0.0 | 11.8 |
| 0.2 | 0.7 | 2.5 | 5.5 | 5.5 | 3.5 | 1.7 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 19.7 |
| 0.0 | 0.4 | 2.3 | 4.9 | 2.7 | 2.0 | 1.6 | 0.2 | 0.0 | 0.0 | 14.1 |
| 0.1 | 0.3 | 1.2 | 2.2 | 2.4 | 1.8 | 1.4 | 0.4 | 0.6 | 0.1 | 10.7 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 54 | Jalta . . . . . . . | 12 (75—76, 80—89) | 44° 30′ | 34° 11′ | 0.0 | 0.0 |
| 55 | Bogoslowsk . . . . . | 25 (65—89) | 59 45 | 60 1 | 0.0 | 0.0 |
| 56 | Jekatherinburg . . . | 25 (65—89) | 56 50 | 60 38 | 0.0 | 0.0 |
| 57 | Slatoust . . . . . . | 25 (65—89) | 55 10 | 59 41 | 0.0 | 0.0 |
| 58 | Orenburg . . . . . . | 11 (65—69, 70—75) | 51 45 | 55 6 | 0.0 | 0.0 |
| 59 | Blagodat . . . . . . | 5 (78—81 u. 89) | 58 17 | 59 47 | 0.0 | 0.0 |
| 60 | Nishne-Tagilsk . . . . | 6 (77—81 u. 89) | 47 54 | 59 56 | 0.0 | 0.0 |
| 61 | Stawropol . . . . . | 19 (70—87 u. 89) | 45 3 | 41 59 | 0.0 | 0.1 |
| 62 | Pjatigorsk . . . . . | 17 (73—89) | 44 3 | 43 5 | 0.0 | 0.0 |
| 63 | Noworossijsk . . . . | 15 (72-80, 82-85, 88-89) | 44 43 | 37 46 | 0 0 | 0.1 |
| 64 | Suchum-Kale . . . . | 3 (73—75) | | | 0.3 | 0.3 |
| 65 | Dachowskij Post . . . | 15 (75—89) | 43 34 | 39 42 | 0.4 | 0.2 |
| 66 | Poti . . . . . . . | 19 (70—72, 74—89) | 42 8 | 41 36 | 0.0 | 0.0 |
| 67 | Wladikawkas . . . . | 18 (72—89) | 43 2 | 44 41 | 0.0 | 0.0 |
| 68 | Kutais . . . . . . . | 6 (73—76, 79 u. 89) | 42 16 | 42 42 | 0.2 | 0.0 |
| 69 | Borshom . . . . . . | 4 (78—79, 88—89) | 41 51 | 43 24 | 0.0 | 0.0 |
| 70 | Tiflis . . . . . . . | 25 (65—89) | 41 43 | 44 48 | 0.0 | 0.0 |
| 71 | Astrachan . . . . . | 20 (70—89) | 46 21 | 48 2 | 0.0 | 0.0 |
| 72 | Baku . . . . . . . | 20 (70—89) | 40 21 | 49 51 | 0.0 | 0.0 |
| 73 | Astrabad . . . . . . | 7 (73—79) | | | 0.0 | 0.0 |
| 74 | Krasnowodsk . . . . | 3 (76—78) | 40 0 | 52 59 | 0.0 | 0.0 |
| 75 | Fort Alexandrowsk . . | 18 (72—89) | 44 31 | 50 16 | 0.0 | 0.0 |
| 76 | Irbit . . . . . . . | 11 (76—84 u. 87) | 57 41 | 63 2 | 0.0 | 0.0 |
| 77 | Omsk . . . . . . . | 6 (76—77, 85, 87—89) | 54 58 | 73 20 | 0.0 | 0.0 |
| 78 | Tomsk . . . . . . | 15 (75—89) | 56 30 | 84 58 | 0.0 | 0.0 |
| 79 | Ssalair . . . . . . | 6 (75—80) | 54 15 | 85 47 | 0.0 | 0.0 |
| 80 | Akmolinsk . . . . . | 12 (74—85) | 51 12 | 71 23 | 0.0 | 0.0 |
| 81 | Barnaul . . . . . . | 25 (65—89) | 53 20 | 83 47 | 0.0 | 0.0 |
| 82 | Jenisseisk . . . . . | 17 (73—89) | 58 27 | 92 6 | 0.0 | 0.0 |
| 83 | Ssemipalatinsk . . . . | 17 (65-66, 68-69, 76-88) | 50 24 | 80 13 | 0.0 | 0.0 |
| 84 | Turuchansk . . . . . | 12 (78—89) | 65 55 | 87 38 | 0.0 | 0.0 |
| 85 | Beresow . . . . . . | 11 (79—89) | 63 56 | 65 4 | 0.0 | 0.0 |
| 86 | Nukus . . . . . . . | 6 (75—78, 81, 83) | 42 27 | 59 37 | 0.0 | 0.0 |
| 87 | Taschkent . . . . . | 9 (72, 77, 75, 79, 80—83) | 41 20 | 69 18 | 0.0 | 0.1 |
| 88 | Irgis . . . . . . . | 20 (70—89) | 48 37 | 61 16 | 0.0 | 0.0 |
| 89 | Petro-Alexandrowsk . . | 7 (77—81 u. 83) | 41 28 | 61 5 | 0.0 | 0.1 |
| 90 | Irkutsk . . . . . . | 15 (73—84, 86—89) | 52 16 | 104 19 | 0.0 | 0.0 |
| 91 | Kjachta . . . . . . | 4 (77—80) | 50 20 | 106 35 | 0.3 | 0.0 |
| 92 | Nertschinsk . . . . . | 23 (65—80, 83—89) | 51 19 | 119 37 | 0.0 | 0.0 |
| 93 | Blagoweschtschensk . . | 12 (78—89) | 50 15 | 127 38 | 0.0 | 0.0 |
| 94 | Wladiwostok . . . . | 13 (75—78, 81—89) | 43 7 | 131 54 | 0.0 | 0.1 |
| 95 | Askold . . . . . . | 3 (76—78) | 42 44 | 132 21 | 0.0 | 0.0 |
| 96 | Chabarowka . . . . . | 4 (78—81) | 48 28 | 135 7 | 0.0 | 0.0 |
| 97 | Nikolajewsk am Amur . | 15 (71—72, 77—89) | 53 8 | 140 45 | 0.0 | 0.0 |

**B. Westliches Europa.**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 98 | Aachen-Krefeld Summe | 1876—85 | | | 3.0 | 1.0 |
| 99 | Aalesund, Norwegen . | 22 | 62 29 | 6 9 | 0.1 | 0.1 |
| 100 | Adria (Ostküste d. Adria) | 14 | | | 0.50 | 0.45 |
| 101 | Alessandria . . . . . | 16 (1858—73) | 44 54 | 8 37 | 0.1 | 0.0 |
| 102 | Alpen (Ost-, Nordseite) | 37 | | | 0.07 | 0.07 |
| 103 | Alpen (Ost-, Südseite) . | 20 | | | 0.0 | 0.00 |
| 104 | Alten, Norwegen . . . | 12 | 69 58 | 23 17 | 0.05 | 0.0 |
| 105 | Althofen (Kärnten) . . | | | | | |
| 106 | Ancona . . . . . . | 5 (1868—73) | 43 38 | 13 31 | 0.3 | 0.4 |
| 107 | Andenes, Norwegen . . | 16 | 69 20 | 16 8 | 0.1 | 0.1 |
| 108 | Arvaváralya, Ungarn . | 35 (1850—1884) | {49°16′ 20″} | 170 39 | 2.0 | 3.0 |

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.0 | 0.1 | 0.5 | 1.7 | 1.0 | 0.9 | 0.6 | 0.3 | 0.1 | 0.1 | 5.3 |
| 0.0 | 0.1 | 1.3 | 4.3 | 7.5 | 3.9 | 0.7 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 17.8 |
| 0.0 | 0.2 | 2.0 | 6.2 | 8.0 | 5.4 | 0.9 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 22.7 |
| 0.0 | 0.1 | 2.0 | 6.0 | 6.2 | 3.3 | 0.4 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 18.1 |
| 0.0 | 0.9 | 3.0 | 5.2 | 5.9 | 2.9 | 0.9 | 0.2 | 0.0 | 0.0 | 19.0 |
| 0.0 | 0.6 | 2.2 | 6.8 | 11.0 | 5.4 | 0.6 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 26 6 |
| 0.0 | 0.2 | 0.5 | 1.5 | 0.5 | 0 3 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 3.0 |
| 0.3 | 0.2 | 1.6 | 2.6 | 5.6 | 4.1 | 3.3 | 1.9 | 0.0 | 0.1 | 19.8 |
| 0.1 | 1.0 | 2.6 | 4.1 | 2.5 | 2.5 | 1.2 | 0.5 | 0.0 | 0.0 | 14.5 |
| 0.0 | 0.3 | 0.7 | 2.8 | 3.7 | 2.7 | 1.6 | 0.7 | 0.3 | 0.5 | 13.4 |
| 0.0 | 1.3 | 1.7 | 7.0 | 5.7 | 4.7 | 4.3 | 1.0 | 1.0 | 0.3 | 27.6 |
| 0.4 | 1.0 | 2.6 | 4.9 | 5.9 | 6.4 | 5.0 | 2.7 | 1.6 | 1.5 | 32.6 |
| 0.0 | 0.5 | 1.2 | 3.3 | 2.9 | 5.4 | 4.4 | 1.5 | 0.6 | 0.5 | 20.3 |
| 0.0 | 2.0 | 7.4 | 8.7 | 4.4 | 3.4 | 2.0 | 0.3 | 0.0 | 0.0 | 28.2 |
| 0.0 | 0 7 | 0.5 | 3.0 | 1.7 | 1.1 | 1.5 | 1.1 | 0.2 | 0.5 | 10.5 |
| 0.0 | 1.2 | 3.5 | 7 2 | 3.0 | 1.8 | 3.8 | 1.2 | 0.0 | 0.0 | 21.7 |
| 0.4 | 2.3 | 7.8 | 9.9 | 6.8 | 5.6 | 4.1 | 1.3 | 0.0 | 0 0 | 38 2 |
| 0.0 | 0.2 | 1.2 | 1.8 | 1 8 | 1.5 | 0.7 | 0.3 | 0.0 | 0.0 | 7.5 |
| 0.0 | 0.1 | 0.5 | 0.9 | 0.9 | 0.6 | 0.8 | 0.5 | 0.1 | 0.0 | 4.4 |
| 0.1 | 0.1 | 2.3 | 3.0 | 1.3 | 0 9 | 2.5 | 1.1 | 0.3 | 0.3 | 11.9 |
| 0.0 | 0.7 | 0.0 | 0.3 | 0.3 | 1.0 | 0.3 | 0.7 | 0.3 | 0.3 | 3.9 |
| 0.0 | 0.1 | 0.8 | 1.2 | 1.1 | 1.5 | 0.5 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 5.3 |
| 0.0 | 0.2 | 2.3 | 4.0 | 3.1 | 1.7 | 0.4 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 11.7 |
| 0.0 | 0.2 | 1.0 | 2.7 | 3.3 | 3.5 | 1.3 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 12.0 |
| 0.0 | 0.1 | 3.1 | 5.5 | 7.6 | 2.8 | 0.7 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 19.8 |
| 0.0 | 2.3 | 6.0 | 7.3 | 3.8 | 0.3 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 19.7 |
| 0.0 | 0.3 | 1.8 | 3.2 | 3.4 | 2.3 | 0.3 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 11.4 |
| 0.0 | 0.2 | 2.7 | 5.2 | 8.4 | 5.3 | 0.9 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 22.8 |
| 0.0 | 0.0 | 0.8 | 3.6 | 6.2 | 3.4 | 0.4 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 14.5 |
| 0.0 | 0.4 | 2.0 | 3.1 | 3.9 | 2.1 | 0.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 12.0 |
| 0.0 | 0.1 | 0.2 | 1.8 | 3.6 | 2.0 | 0.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 8.2 |
| 0.0 | 0.0 | 0.5 | 2.7 | 4.5 | 1.7 | 0.4 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 9.8 |
| 0.0 | 0.7 | 2.1 | 1.5 | 1.0 | 0.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 5.8 |
| 0.7 | 1.6 | 2.3 | 2.0 | 0.4 | 0.4 | 0.3 | 0.2 | 0.0 | 0.0 | 8.0 |
| 0.1 | 0.6 | 1.9 | 3.1 | 2.8 | 0.9 | 0.4 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 9.9 |
| 0.3 | 1.6 | 1.9 | 1.6 | 0.4 | 0.4 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 6.4 |
| 0.0 | 0.1 | 0.3 | 2.5 | 3.1 | 1.7 | 0.4 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 8.2 |
| 0.0 | 0.0 | 0.8 | 2.3 | 4.5 | 2.3 | 0.3 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 10.5 |
| 0.0 | 0.1 | 0.6 | 3.8 | 5.4 | 4.0 | 0.8 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 14.7 |
| 0.0 | 0.1 | 1.3 | 5.3 | 6.7 | 3.9 | 2.2 | 0.3 | 0.0 | 0.0 | 19.8 |
| 0.0 | 0.0 | 0.4 | 2.2 | 1.2 | 0.9 | 1.0 | 0.3 | 0.2 | 0.0 | 6.3 |
| 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.7 | 0.0 | 1.0 | 1.3 | 0.3 | 0.0 | 0.0 | 3.3 |
| 0.0 | 0.0 | 1.2 | 4.2 | 4.2 | 4.5 | 2.8 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 16.9 |
| 0.0 | 0.1 | 0.6 | 1.3 | 2.5 | 1.7 | 1.0 | 0.1 | 0.1 | 0.0 | 7.4 |

## B. Westliches Europa.

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 6.0 | 7.0 | 30.0 | 32.0 | 50.0 | 32.0 | 13.0 | 9.0 | 1.0 | 1.0 | |
| 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 0.2 | 0.1 | 0.4 | 0.2 | 1.3 |
| 0.60 | 1.05 | 1.60 | 3.85 | 3.25 | 3.90 | 2.95 | 2.75 | 1.45 | 1.10 | 23.4±2.5 |
| 0.3 | 0.9 | 2.2 | 3.1 | 3.2 | 3.3 | 1.4 | 0.9 | 0.1 | 0.0 | 15.5 |
| 0.19 | 1.14 | 3.56 | 5.04 | 5.13 | 4.61 | 1.53 | 0.41 | 0.01 | 0.07 | 21.8±3.0 |
| 0.14 | 0.82 | 3.14 | 5.76 | 6.65 | 5 00 | 2.29 | 0.86 | 0.15 | 0.04 | 24.9±2.0 |
| 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 0.6 | 0.4 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.2 |
| | | | | | | | | | | 28.7 |
| 0.3 | 0.4 | 2.5 | 3.1 | 1.5 | 3.1 | 1.5 | 1.7 | 0.2 | 0.2 | 15.2 |
| 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.3 | 0.2 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 1.0 |
| 3.0 | 6.0 | 6.0 | 172 | 298 | 277 | 219 | 38 | 10 | 1.0 | 1035 Sum. 30.2 Mitt. |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 109 | Athen, Griechenland . . | | 37° 58.3′ | 23° 44′ | 1.0 | 1.2 |
| | | 1859—71 | 37 58 | 23 43 | Winter 3.4 | |
| | Gewitter . | 1859—82 | 37 58 | 23 44 | 1.0 | 0.9 |
| | Blitze . . | | | | 3.4 | 3.2 |
| 110 | Augsburg . . . . . | 1812—1837, 1850—1862, 1866—1878 | 48 22 | 10 54 | 0.1 | 0.2 |
| 111 | „Austria“ Hôtel in Gries bei Bozen . . . . | 1884 | 46 30.5 | 11 20.5 | 0.0 | 0.0 |
| 112 | Barzdorf . . . . . . | 1869—84 | 50 25 | 17 6 | 0.1 | 0.0 |
| 113 | Basel . . . . . . . | 112 (1755—1888) | | | 0.05 | 0.05 |
| 114 | Bayreuth . . . . . . | 49 | 49 57 | 11 35 | 0.1 | 0.1 |
| 115 | Ben-Nevis . . Summe | 6 | | | 2.0 | 0.0 |
| 116 | Bergen, Norwegen . . | 22 | 60 24 | 5 20 | 0.6 | 0.2 |
| 117 | Bernhard (St.) . . . . | 6 | | | 0.0 | 0.0 |
| 118 | Bilbao, NW-Küste der iberischen Halbinsel . | 1858, 1866—71 | 43 15.5 | 3 3 | 0.6 | 0.2 |
| 119 | Birid, Norwegen . . . | 6 | 60 58 | 10 35 | 0.0 | 0.0 |
| 120 | Blekinge u. Scane (Län), Schweden . . . . | 1871—75 | | | | |
| 121 | Bludenz . . . . . . | 1856—73 | 47 10 | 9 49 | 0.0 | 0.0 |
| 122 | Bodenbach . . . . . | 44 (1828—73) | 50 46 | 14 12 | 0.1 | 0.0 |
| 123 | Bodö, Norwegen . . . | 15 | 67 17 | 14 24 | 0.3 | 0.1 |
| 124 | Bohus u. Halland (Län) Schweden . . . . | 1871—75 | | | | |
| 125 | Borkum . . . . . . | 10 (1876—85) | 53 33 | 6 40 | 0.3 | 0.1 |
| 126 | Böhmen und Schlesien . | 25 | | | 0.08 | 0.06 |
| 127 | Braila (Rumänien) . . | 1879 | 45 16 | 27 58 | 0.0 | 0.0 |
| 128 | Bregenz . . . . . . | 1869—88 mit Unterbr. | 47 30 | 9 45 | 0.0 | 0.1 |
| 129 | Breslau . . . . . . | 1850—75 | 51 7 | 17 2 | 0.1 | 0.2 |
| | „ Summe . . . | 1876—85 | | | 0.0 | 2.0 |
| | Breslau, Schlesien . . | 1850—85 | | | 0 1 | 0.2 |
| 130 | Brockengipfel . . . . | 1836—50, 1853—59?, 1866—67 | 51 38 | 10 37 | 0.1 | 0.0 |
| 131 | Bromberg . . . . . | 1848—79 | 53 7 | 18 0 | 0.0 | 0.0 |
| 132 | Brönö, Norwegen . . . | 14 | 65 28 | 12 14 | 0.1 | 0.3 |
| 133 | Brünn . . . . . . . | 1848—83 | | | 0.0 | 0.1 |
| 134 | Brüssel . . . . . . | 1864—73 | 50 51 | 4 22 | 0.2 | 0.4 |
| | | 1835—82 | | | 0.2 | 0.2 |
| 135 | Buda . . . Gewitter | | 47 30 | 19 2 | 0.0 | 0.0 |
| 136 | Campo-Maior, Portugal | 1864—70 | 39 2 | 6 59 | 0.6 | 0.4 |
| 137 | Christiania, Norwegen . | 16 | 59 55 | 10 43 | 0.0 | 0.0 |
| 138 | Christiansund, Norwegen | 22 | 63 7 | 7 45 | 0.2 | 0.0 |
| 139 | Chur, Schweiz . . . . | 12 (1850—73) | 46 51 | 9 31 | 0.0 | 0.0 |
| 140 | Colmar (Elsass) . . . | 13 | | | Winter 0.0 | |
| 141 | Corfu . . . . . . . | | 39 38 | 19 53 | | |
| | „ . . . . . . . | 1869—79 | 39 38 | 19 53 | 4.1 | 3.8 |
| 142 | Czernowitz . . . . . | 1852—61, 1867—73 | 48 17 | 25 57 | 0.0 | 0.0 |
| | „ . . . . . . . | 20 (1852—85) | 48 17 | 25 56 | 0.0 | 0.0 |
| 143 | Dänemark (Mittel aus 14 Stationen) . . . | 10 (1861—70) | | | 0.1 | 0.1 |
| 144 | Datschitz, Böhmisch-mährisches Plateau in Österreich . . . | 8 (1864—71) | 49 5 | 15 26 | 0.0 | 0.0 |

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.6 | 0.9 | 1.1 | 1.1 | 1.8 | 1.5 | 2.0 | 2.3 | 2.3 | 1.7 | 17.5 |
| | Frühling 1.0 | | | | Sommer 5.1 | | | Herbst 5.0 | | 14.5 |
| 1.3 | 1.1 | 1.6 | 1.8 | 1.3 | 1.5 | 1.6 | 2.7 | 2.4 | 1.8 | 18.9 |
| 3.3 | 3.2 | 5.2 | 7.4 | 5.3 | 6.6 | 6.1 | 8.2 | 7.6 | 6.0 | 65.4 |
| 0.4 | 1.5 | 3.7 | 4.2 | 5.3 | 4.0 | 1.6 | 0.3 | 0.1 | 0.2 | 21.6 |
| 0.0 | 0.0 | 2.0 | 2.0 | 4.0 | 5.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 13.0 |
| 0.4 | 1.4 | 3.3 | 5.4 | 5.5 | 3.8 | 1.3 | 0.1 | 0.1 | 0.0 | 21.7 |
| 0.3 | 1.0 | 3.3 | 4.7 | 4.8 | 4.0 | 1.7 | 0.4 | 0.1 | 0.1 | 20.5 |
| 0.3 | 1.1 | 2.8 | 4.0 | 4.4 | 3.2 | 0.9 | 0.2 | 0.0 | 0.0 | 17.1 |
| 0.0 | 2.0 | 2.0 | 3.0 | 2.0 | 1.0 | 6.0 | 2.0 | 4.0 | 1.0 | 25.0 |
| 0.1 | 0.0 | 0.2 | 0.2 | 0.4 | 1.3 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.4 | 4.9 |
| 0.0 | 0.0 | 6.0 | 7.0 | 13.0 | 13.0 | 2.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 41.0 |
| 2.3 | 0.2 | 1.0 | 2.2 | 3.2 | 2.0 | 2.3 | 1.3 | 0.7 | 0.7 | 16.7 |
| 0.0 | 0.0 | 0.4 | 1.2 | 0.3 | 0.3 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.2 |
| | | | | | | | | | | 11.5 |
| 0.0 | 0.6 | 1.5 | 2.3 | 4.2 | 2.7 | 0.9 | 0.4 | 0.1 | 0.0 | 12.7 |
| 0.2 | 1.3 | 3.3 | 4.5 | 4.4 | 3.1 | 1.0 | 0.2 | 0.0 | 0.1 | 17.9 |
| 0.1 | 0.1 | 0.0 | 0.1 | 0.3 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.1 | 0.1 | 1.3 |
| | | | | | | | | | | 11.6 |
| 0.0 | 0.3 | 0.8 | 3.5 | 4.1 | 4.0 | 3.7 | 2.5 | 1.7 | 1.0 | 22.0 |
| 0.11 | 0.96 | 3.20 | 4.53 | 4.00 | 3.43 | 1.15 | 0.26 | 0.03 | 0.08 | 17.9±2.7 |
| 1.0 | 0.0 | 0.0 | 7.0 | 1.0 | 3.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 12.0 |
| 0.3 | 1.1 | 2.6 | 4.6 | 6.0 | 4.2 | 1.9 | 0.3 | 0.2 | 0.1 | 21.4 |
| 0.1 | 0.9 | 2.0 | 3.9 | 3.3 | 2.6 | 1.1 | 0.2 | 0.0 | 0.1 | 14.3 |
| 0.0 | 8.0 | 30.0 | 33.0 | 53.0 | 25.0 | 60.0 | 30.0 | 0.0 | 0.0 | |
| 0.1 | 0.9 | 2.3 | 3.8 | 3.8 | 2.5 | 0.9 | 0.2 | 0.0 | 0.1 | 14.6 |
| 0.2 | 1.0 | 2.7 | 2.9 | 3.3 | 2.4 | 0.5 | 0.2 | 0.1 | 0.0 | 13.4 |
| 0.1 | 0.7 | 2.2 | 4.2 | 3.2 | 3.7 | 1.2 | 0.1 | 0.0 | 0.1 | 13.5 |
| 0.2 | 0.1 | 0.0 | 0.1 | 0.5 | 0.3 | 0.2 | 0.2 | 0.4 | 0.4 | 2.8 |
| 0.1 | 0.6 | 2.8 | 4.4 | 3.6 | 2.9 | 0.9 | 0.3 | 0.0 | 0.0 | 16.0 |
| 0.4 | 1.1 | 3.6 | 2.5 | 4.6 | 4.3 | 1.5 | 0.6 | 0.1 | 0.1 | 19.4 |
| 0.7 | 1.0 | 2.0 | 3.3 | 3.6 | 3.5 | 1.5 | 0.5 | 0.1 | 0.1 | 16.7 |
| 0.2 | 0.7 | 3.3 | 3.9 | 4.0 | 3.9 | 1.2 | 0.4 | 0.3 | 0.0 | 17.6 |
| 0.4 | 1.3 | 5.6 | 4.4 | 1.1 | 1.6 | 2.6 | 1.7 | 0.4 | 0.1 | 20.2 |
| 0.0 | 0.1 | 0.9 | 2.1 | 3.0 | 2.0 | 0.4 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 8.5 |
| 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.5 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.4 | 0.2 | 1.7 |
| 0.0 | 0.5 | 1.0 | 2.0 | 4.0 | 3.0 | 1.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 11.5 |
| | Frühling 3.2 | | | | Sommer 6.9 | | | Herbst 0.7 | | 10.8 |
| 4.7 | 2.8 | 1.4 | 1.0 | 0.6 | 1.2 | 1.5 | 4.5 | 6.5 | 6.5 | 38.6 |
| 0.0 | 0.8 | 2.6 | 3.7 | 4.0 | 2.5 | 0.9 | 0.2 | 0.0 | 0.0 | 14.7 |
| 0.0 | 0.9 | 2.7 | 4.3 | 3.5 | 2.2 | 1.2 | 0.2 | 0.0 | 0.05 | 15.0 |
| 0.0 | 0.1 | 0.8 | 1.6 | 1.7 | 1.7 | 0.9 | 0.6 | 0.1 | 0.0 | 7.7 |
| 0.4 | 1.6 | 2.5 | 3.8 | 2.5 | 2.9 | 1.3 | 0.1 | 0.0 | 0.1 | 15.2 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 145 | Deutschland (Mittel-) . | 1881—84 | | | 3.75 | 1.25 |
| 146 | Dommesten (Norwegen) | 9 . | 61° 53′ | 5° 40′ | 0.1 | 0.0 |
| 147 | Dovre, Norwegen . . . | 19 | 62 5 | 9 8 | 0.2 | 0.1 |
| 148 | Dresden . . . . . . . | 1824—75 | 51 3 | 13 44 | 0.0 | 0.0 |
| | Dresden . . . . . . . | 1828—78 | | | 0.1 | 0.0 |
| 149 | Durazzo . . . . . . . | 1868—72; 73—78 | 41 19 | 19 28 | 2.1 | 2.1 |
| 150 | Eberswalde . . . . . . | 15 (1876—90) | 52 50 | 13 50 | | |
| 151 | Eichberg, Riesengebirge | 1859—85 | | | 0.1 | 0.1 |
| 152 | Eidsvold, Norwegen . . | 13 | 60 22 | 11 13 | 0.0 | 0.0 |
| 153 | Eger . . . . Summe | 1876—85 | | | 0.0 | 0.0 |
| 154 | Elsfborg (Län), Schweden | 1871—75 | | | | |
| 155 | Erfurt . . . . . . . . | {1850—55 Niederschläge 1848—75} | 50 59 | 11 2 | 0.1 | 0.1 |
| | „ . . . . . . . . | 1884 | | | | |
| | „ . . . . . . . . | 1885 | | | | |
| 156 | Erzgebirge . . . . . | 1883—87 | | | 0.1 | 0.2 |
| 157 | Fagernes, Norwegen . | 11 | 68 27 | 17 28 | 0.0 | 0.0 |
| 158 | Falun (Län), Schweden | 1871—75 | | | | |
| 159 | Famagusta, Cypern, Ostküste . . . . . . | 1882—86 | 35 8 | 33 58 | 0.5 | 1.5 |
| 160 | Fécamp (am Canal La Manche) . . . | 1853—82 | 49 45 | 0 22 | 0.5 | 0.2 |
| 161 | Flesje, Norwegen . . . | 13 | 61 8 | 6 27 | 0.1 | 0.0 |
| 162 | Florö, Norwegen . . . | 14 | 61 36 | 5 2 | 0.5 | 0.2 |
| 163 | Fort William . Summe | 6 | | | 9.0 | 0.0 |
| 164 | Frankfurt a. M. . . . | 1857—81 | 50 7 | 8 41 | 0.1 | 0.2 |
| 165 | Galizien (Ost-) . . . . | 15 | | | 0.00 | 0.03 |
| 166 | Gefleborg (Län), Schweden . . . . | 1871—75 | | | | |
| 167 | Genf . . . . . . . . | 1826—75 | 46 12 | 6 9 | 0.2 | 0.1 |
| 168 | Gjasvar, Norwegen . . | 6 | 71 7 | 25 22 | 0.0 | 0.0 |
| 169 | Gotland (Län), Schweden | 1871—75 | | | | |
| 170 | Görsdorf, Elsass? Vogesen? . . . . | 11 (1838—59) | 48 57 | 7 46 | Winter | 0.7 |
| 171 | Görz . . . . . . . . | 1870—77 | 45 56 | 13 38 | 0.1 | 0.0 |
| | „ . . . . . . . . | 1884 | | | 0.0 | 0.0 |
| 172 | Götaland, Schweden . . | 1871—75 | | | | |
| | „ „ . . | 1871—75 | | | 3.0 | 0.0 |
| 173 | Göttingen . . . . . | 1857—81 | 51 32 | 9 56 | 0.0 | 0.0 |
| | „ . . Summe | 1857—80 | | | 1.0 | 0.0 |
| 174 | Granhejm, Norwegen . | 13 | 61 6 | 8 58 | 0.0 | 0.0 |
| 175 | Graz, Steiermark . . . | 1836—72 | 47 4 | 15 28 | 0.0 | 0.0 |
| 176 | Guarda, Portugal (Provinz Beira) . . | 9 (1863—71) | 40 32 | 7 16 | 0.5 | 0.4 |
| | Guarda, Portugal (Provinz Beira) . . | | 40 32 | | 0.6 | 0.3 |
| 177 | Halle . . . . . . . . | 1851—85 | 51 29 | 11 58 | 0 1 | 0.1 |
| 178 | Hamburg-Altona . . . | {1807—24 1856—76} | 53 33 | 10 58 | 0.1 | 0.3 |
| 179 | Hamburg . . . . . . | 1876—85 | 53 33 | 39 54 | 0.2 | 0.0 |
| 180 | Hausdorf, Kärnten . . | | | | | |
| 181 | Hellisö, Norwegen . . | 15 | 60 45 | 4 43 | 0.7 | 0.1 |
| 182 | Hohenheim, Württembg. | 11 (1878—88) | 48 43 | 9 13 | 0.0 | 0.0 |
| 183 | Hüttenberg, Kärnten . | | | | | |
| 184 | Jacob (St.), Kärnten (Gurk) . . . . . | | | | | |

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4.25 | 6.00 | 17.25 | 21.75 | 26.25 | 22 75 | 15.25 | 9.00 | 6.25 | 4.25 | 138 |
| 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.3 | 0.1 | 0.2 | 0.9 |
| 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.3 | 0.9 | 0.4 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 2.0 |
| 0.2 | 1.3 | 3.1 | 4.1 | 3.9 | 3.5 | 1.0 | 0.2 | 0.0 | 0.1 | 17.5 |
| 0.3 | 1.3 | 3.8 | 5.4 | 4 8 | 4.5 | 1.3 | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 22.0 |
| 3.6 | 1.9 | 2.6 | 3.7 | 2.1 | 3.6 | 2.3 | 6.1 | 4.2 | 4.2 | 38.5 |
| 0.2 | 1.1 | 2.3 | 3 6 | 5.3 | 3 5 | 1.5 | 0 3 | | | 17.8 |
| 0.5 | 1.3 | 3.6 | 5.5 | 5.8 | 3.6 | 1.3 | 0.2 | 0.2 | 0.0 | 22:2 |
| 0.0 | 0.0 | 1.1 | 2.3 | 3.3 | 1.9 | 0.4 | 0 0 | 0.0 | 0.1 | 9.1 |
| 1.0 | 12.0 | 28.0 | 51.0 | 60.0 | 34.0 | 15.0 | 3.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | | | | | | | | | | 13.1 |
| 0.2 | 0.7 | 3.6 | 3.6 | 4.2 | 3.5 | 0.6 | 0.3 | 0.0 | 0.0 | 16.9 |
| | 0.0 | 4.0 | 1.0 | 8.0 | 5.0 | 1.0 | 1.0 | 0.0 | 0.0 | 20.0 |
| | 1.0 | 3.0 | 7.0 | 0.0 | 3.0 | 1.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 15.0 |
| 0.4 | 1.9 | 3.8 | 5.2 | 5.9 | 4.2 | 1.9 | 0.3 | 0 2 | 0.2 | 24.3 |
| 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.3 |
| | | | | | | | | | | 7.7 |
| 0.2 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 0.0 | 0.0 | 0.5 | 1.2 | 2.8 | 1.7 | 11.4 |
| 0.6 | 1.1 | 2.2 | 2.1 | 2.4 | 2.2 | 1.8 | 1.7 | 0.6 | 0.6 | 16.0 |
| 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.0 | 0.1 | 0.8 |
| 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.7 | 0.5 | 0.4 | 0.5 | 0.2 | 0.4 | 4.1 |
| 0.0 | 1.0 | 6.0 | 4.0 | 4.0 | 1.0 | 2.0 | 4.0 | 5.0 | 3.0 | 39.0 |
| 0.3 | 0.9 | 3.4 | 4.3 | 4.7 | 3.8 | 1.5 | 0.3 | 0.0 | 0.1 | 19.7 |
| 0.10 | 0.63 | 3.13 | 4.57 | 4.07 | 2.90 | 1.23 | 0.17 | 0.03 | 0.03 | 16.9+2 0 |
| | | | | | | | | | | 9.6 |
| 0.2 | 1.2 | 4.0 | 5.3 | 5.5 | 4.9 | 2.5 | 0.8 | 0.2 | 0.1 | 25.0 |
| 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0 0 | 0.0 | 0.2 | 0 2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.4 |
| | | | | | | | | | | 7.3 |
| | Frühling 7.6 | | | Sommer 22.3 | | | Herbst 4.3 | | | 34.9 |
| 0.4 | 1.9 | 3.0 | 7.5 | 6.8 | 6.6 | 4.3 | 1.6 | 0.6 | 0.4 | 33.2 |
| 0.0 | 1.0 | 1.0 | 5.0 | 2.0 | 0.0 | 0.0 | 1.0 | 0.0 | 0.0 | 10.0 |
| | | | | | | | | | | 10 27 |
| 0.7 | 76.0 | 335 | 882 | 1129 | 798 | 637 | 99.0 | 30.0 | 7.0 | 4003 |
| 0.4 | 1.0 | 3.0 | 4.0 | 6.0 | 4.0 | 2.0 | 0.3 | 0.0 | 0.1 | 20.8 |
| 11.0 | 29.0 | 81.0 | 133.0 | 139.0 | 110.0 | 43.0 | 12.0 | 1.0 | 3.0 | 563 0 |
| 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.5 | 3.0 | 1.4 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 6.9 |
| 0.3 | 1.2 | 3.1 | 6.0 | 6.2 | 4.1 | 1.0 | 0 7 | 0.0 | 0.0 | 22.6 |
| 0.4 | 2.4 | 7.0 | 5.6 | 2.6 | 3.0 | 4.4 | 1.1 | 0.1 | 0.4 | 27.9 |
| 0.3 | 2.2 | 6.3 | 5 3 | 2.8 | 2.7 | 4.1 | 1.1 | 0.2 | 0.3 | 26.2 |
| 0.2 | 1.1 | 3.3 | 4.1 | 4.1 | 3.2 | 0.9 | 0.1 | 0.1 | 0 0 | 17.5 |
| 0.3 | 0.8 | 1.5 | 2.6 | 3.4 | 2.3 | 1.3 | 0.3 | 0.1 | 0.1 | 13.1 |
| 0.4 | 0.7 | 3.3 | 3.5 | 6.0 | 3.4 | 2.0 | 0.5 | 0.3 | 0.3 | 20.6 |
| | | | | | | | | | | 39.6 |
| 0.1 | 0.1 | 0.0 | 0.5 | 0.8 | 1.0 | 0.4 | 0.4 | 0.6 | 0.3 | 5.0 |
| 0.1 | 1.2 | 3.3 | 4.5 | 4.9 | 2.7 | 1.6 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 18 3 |
| | | | | | | | | | | 21.1 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 185 | Jacob (St.), Kärnten (Lessach) . . . . | | | | | |
| 186 | Janina, Epirus . . . | 16 | 39° 47′ | 20° 55′ | 0.9 | 1.4 |
| 187 | Jassy . . . . . . . . | 1879 | | | 0.0 | 0.0 |
| | „ . . . . . . . . | 1880 | | | 0.0 | 0.0 |
| 188 | Ichtratzheim, Elsass . | 10 (1860—69) | 48 26 | 7 40 | Winter | 0.4 |
| 189 | Innichen, Kärnten . . | | | | | |
| 190 | Innsbruck . . . . . | | 47 16 | 11 24 | 0.0 | 0.0 |
| 191 | Inselsberg . . . . . | 1883 | | | | |
| 192 | Inselsberg bei Erfurt . | 1884 | | | | |
| | „ „ „ . | 1885 | | | | |
| 193 | Jönköping (Län), Schweden . . . . | 1871—75 | | | | |
| 194 | Kalmar (Län), Schweden | 1871—75 | | | | |
| 195 | Keitum, Deutschland . | 10 (1876—85) | 54 54 | 33′ 28″ | 0.3 | 0.1 |
| 196 | Kiel . . . . . . . . | 10 (1876—85) | 54 20 | 40 36 | 0.0 | 0.0 |
| 197 | Kistrand, Norwegen . . | 6 | 70 25 | 25° 13′ | 0.0 | 0.0 |
| 198 | Klagenfurt, Kärnten . | | | | | |
| 199 | Königsberg . . . . . | 1848—79 | 54 42 | 20 30 | 0.0 | 0.0 |
| 200 | Krakau . . . Summe | 1826—70 | 50 4 | 19 57 | 2.0 | 3.0 |
| | „ Gewitter mit Hagel | | | | 1.0 | 0.0 |
| 201 | Kremsmünster . Summe | 1876—85 | | | 0.0 | 0.0 |
| | „ . . . . | 1802—83 | | | 0.08 | 0 03 |
| 202 | Kronoberg (Län), Schweden . . . . | 1871—75 | | | | |
| 203 | Kunszentmárton Gewitter . . . . | 1882—86 | 46 5 | 20 17 | 0.0 | 0.0 |
| 204 | Kyrenia,Cypern,N-Küste | 1881—86 | 35 21 | 33 14 | 1.0 | 1.0 |
| 205 | Lagos,Portugal(Algarve) | 1864—71 | 37 6.5 | 8 38 | 1.0 | 0.2 |
| | „ „ „ | 1864—72 | | | 1.0 | 0.1 |
| 206 | Laibach . . . . . . | 1852—88 | 46 3 | 14 30 | 0.0 | 0.1 |
| 207 | Larnaka, Cypern, SO-Küste . . . . | 1881—86 | 34 57 | 33 38 | 2.2 | 1.2 |
| 208 | Leirdal, Norwegen . . | 8 | 61 6 | 7 27 | 0.0 | 0.0 |
| 209 | Leipzig . . . . . . | 1864—81 | | | 0.1 | 0.1 |
| 210 | Lesina . . . Gewitter | 1858 | 43 11 | 16 27 | 0.7 | 1.0 |
| 211 | Leutschau . . . . . | 15 (1853—67) | 49 1 | 18 56 | 0 0 | 0.1 |
| 212 | Lienz, Kärnten . . . | | | | | |
| 213 | Limasol,Cypern, S-Küste | 1882—86 | | | 2.0 | 2.0 |
| 214 | Lindesnes, Norwegen . | 8 | 57 59 | 7 3 | 0.1 | 0.1 |
| 215 | Linköping (Län) Schweden . . . . | 1871—75 | | | | |
| 216 | Linz (Freinberg) . . . | 1864—83 | 48 18 | 14 16 | 0.05 | 0.05 |
| 217 | Lippesche Forsten (9) . | 1884 | | | 3.0 | 0.0 |
| | „ „ „ | 1874—83 | | | 2.1 | 1.6 |
| | „ „ „ | 1885 | | | 0.0 | 1.0 |
| 218 | Lissabon . . . . . . | 1856—71 | 38 43 | 9 8 | 1.4 | 1.2 |
| | „ . . . . . . . | 1856—75 | 38 43.2 | 9 8.3 | 1.2 | 0.9 |
| 219 | Lister, Norwegen . . | 10 | 58 6 | 6 34 | 0.2 | 0.0 |
| 220 | Lödingen, Norwegen . | 10 | 68 24 | 16 1 | 0.4 | 0.0 |
| 221 | Lölling (Thal) Kärnten | | | | | |
| 222 | Lölling (Berg) Kärnten | | | | | |
| 223 | Lugano . . . . . . . | 25 (1864—88) | 46 0 | 8 57 | 0.0 | 0.0 |
| 224 | Luggau, Kärnten . . | | | | | |
| 225 | Madrid . . . . . . | 1860—69 | | | 0.0 | 0.1 |
| | „ . . . . . . . | 1860—69 | | | 0.0 | 0.1 |
| | „ . . . . . . . | 1861—85 | 40 24 | 3 43 | 0.15 | 0.20 |

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | 33.6 |
| | | | | | | | | | | 22.5 |
| 1.6 | 3.3 | 7.5 | 7.8 | 6.7 | 5.7 | 3.2 | 4.1 | 3.4 | 2.9 | 48.5 |
| 0.0 | 1.0 | 4.0 | 11.0 | 9.0 | 1.0 | 2.0 | 1.0 | 0.0 | 0.0 | 29.0 |
| | Frühling 6.3 | | | Sommer 13.0 | | | Herbst 4.0 | | | 23.7 |
| 0.0 | 0.4 | 1.0 | 2.0 | 4.0 | 3.0 | 1.0 | 0.5 | 0.1 | 0.0 | 12.0 |
| | 0.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 1.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 10.0 |
| | 0.0 | 5.0 | 3.0 | 13.0 | 9.0 | 1.0 | 1.0 | 0.0 | 0.0 | 32.0 |
| | 4.0 | 4.0 | 8.0 | 4.0 | 2.0 | 1 0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 23.0 |
| | | | | | | | | | | 9.3 |
| | | | | | | | | | | 8.4 |
| 0.1 | 0.3 | 2,6 | 4.3 | 4.8 | 4.6 | 2.2 | 2.3 | 1.2 | 0.2 | 23.0 |
| 0.3 | 0.8 | 2.8 | 3.3 | 4.3 | 3.3 | 2.0 | 1.1 | 0.1 | 0.0 | 18.0 |
| 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.6 | 0.0 | 0.0 | 0 0 | 0.0 | 0.0 | 0.6 |
| | | | | | | | | | | 27.2 |
| 0.4 | 2.3 | 3.3 | 3 8 | 2.8 | 1.0 | 0.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 13.8 |
| 4.0 | 30.0 | 75.0 | 101 0 | 90.0 | 67.0 | 21.0 | 6.0 | 1.0 | 3.0 | 403 0 |
| 1.0 | 9 0 | 12.0 | 13.0 | 11.0 | 4.0 | 4.0 | 1.0 | 0.0 | 1.0 | 57.0 |
| 6.0 | 10.0 | 28.0 | 54.0 | 73.0 | 50.0 | 26.0 | 1.0 | 2.0 | 0.0 | |
| 0.27 | 1.88 | 5.67 | 8.55 | 8.69 | 7.11 | 2.00 | 0.40 | 0.07 | 0.01 | 34.76 |
| | | | | | | | | | | 10.6 |
| 0.2 | 3.0 | 4.2 | 7.6 | 7.4 | 4.6 | 3.0 | 0.2 | 0.0 | 0.0 | 30.2 |
| 0.7 | 0.5 | 1.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.3 | 1.8 | 0.2 | 6.7 |
| 1.3 | 1.7 | 0.8 | 0.8 | 0.0 | 0.0 | 1.2 | 0.3 | 1.2 | 1.3 | 9.8 |
| 1.1 | 1.3 | 0.7 | 0.7 | 0.0 | 0.0 | 1.0 | 0.3 | 1.2 | 1.1 | 8.5 |
| 0.1 | 1.0 | 2.1 | 4.8 | 6 4 | 4.7 | 2.7 | 1.4 | 0.5 | 0.1 | 23.9 |
| 1.0 | 1.8 | 1.8 | 1.8 | 0.2 | 0.2 | 1.0 | 2 4 | 2.2 | 2.0 | 17.8 |
| 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 0.4 | 1.2 | 3.6 | 5.0 | 6.3 | 4.7 | 1.2 | 0.3 | 0.1 | 0.1 | 23.1 |
| 1.0 | 1.0 | 1.1 | 2.9 | 1.9 | 3.0 | 3.0 | 2.3 | 1.6 | 1.7 | 21.2 |
| 1.0 | 4.0 | 6.1 | 5.2 | 4.8 | 1.6 | 0.4 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 23,2 |
| 1.2 | 0.8 | 0.4 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.4 | 0.2 | 1.4 | 8.4 |
| 0.0 | 0.0 | 0.4 | 0.6 | 0.8 | 1.6 | 1.0 | 0.8 | 0 0 | 0.0 | 5.4 |
| | | | | | | | | | | 6.0 |
| 0.25 | 1.2 | 3.1 | 4.6 | 6.2 | 4.5 | 1.3 | 0.3 | 0 05 | 0.0 | 21.6 |
| 0.0 | 10.0 | 106.0 | 58.0 | 161.0 | 51.0 | 34.0 | 17.0 | 0.0 | 4.0 | 446.0 |
| 10.7 | 12.8 | 29.0 | 56.2 | 85.9 | 49.2 | 22.6 | 8.1 | 4.1 | 2.0 | 284.3 |
| 0.0 | 23.0 | 88.0 | 92.0 | 45.0 | 47.0 | 29.0 | 1.0 | 6.0 | 1.0 | 333.0 |
| 1.0 | 1.2 | 2.0 | 0.9 | 0.2 | 0.5 | 1.5 | 2.4 | 2.0 | 1.4 | 15.7 |
| 0.9 | 1.0 | 2.0 | 1.2 | 0.3 | 0.4 | 1.4 | 2.0 | 1.3 | 1.2 | 13.8 |
| 0.0 | 0.2 | 0.4 | 1.3 | 2.2 | 2.2 | 0.9 | 0.6 | 0.6 | 0.1 | 8 7 |
| 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.6 | 0.5 | 0.6 | 0.1 | 0.3 | 0.2 | 2.7 |
| | | | | | | | | | | 25.0 |
| 0.4 | 0.9 | 2.2 | 3.6 | 4.5 | 4.5 | 2.6 | 0.7 | 0.0 | 0.0 | 19.4 |
| | | | | | | | | | | 30.6 |
| 0.4 | 2.8 | 4.9 | 5.5 | 3.5 | 3.1 | 3.3 | 1.2 | 0.1 | 0.3 | 25 2 |
| 0.4 | 2.8 | 4.9 | 5 5 | 3.5 | 3.1 | 3.3 | 1.2 | 0.1 | 0.3 | 25.2 |
| 0.65 | 1.35 | 4.55 | 5.00 | 3.95 | 3.90 | 3.40 | 1.45 | 0.15 | 0.15 | 24.9 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 226 | Malaga . . . . . . | 8 (1878—85) | 36° 43′ | 4° 27′ | 0.0 | 0.0 |
| 227 | Maltein, Kärnten . . . | | | | | |
| 228 | Mandal, Norwegen . . | 22 | 58 2 | 7 27 | 0.1 | 0.0 |
| 229 | Mannheim . . . . . | 24 (1841—71) | 49 29 | 8 27 | 0.1 | 0.1 |
| 230 | Marburg, Summe für 15 Jahre . . . . | 1866—80 | 50 49 | 8 47 | 0.0 | 3.0 |
| 231 | Marienberg, Benediktinerstift im oberen Etschthale . . . . . . | 1858—? | 46 43 | 10 31 | 0.0 | 0.0 |
| 232 | Martin (St.) de Hinx (Dép. des Landes) . . . | (1865—74) | 43 47 | 1 17 | 1.4 | 0.4 |
| 233 | Memel . . . . . . . . | 1876—85 | 55 43 | 1° 24′28″ | 0.0 | 0.0 |
| 234 | Meran . . . . . . . . | 20 | 46 40 | 11° 7′ | 0.0 | 0.0 |
| 235 | Montpellier . . Summe | 15 (1875—89) | | | 9.0 | 6.0 |
| 236 | München . . . . . . . | 63 (1781—1880) | 48 8 | 11 34 | 0.03 | 0.02 |
| 237 | Murcia, SO-Küste von Spanien . . . . . | 9 (1863—71) | 37 59 | 1 7 | 0.2 | 0.4 |
| 238 | Neapel . . . . . . . . | 1871—79 | 40 52 | 14 15 | 0.6 | 0.7 |
| 239 | Neufahrwasser . . . . | 1876—85 | 54 24 | 1° 14′40″ | 0.0 | 0.0 |
| 240 | Nikosia, Cypern, Inneres | 1881—86 | 35 11 | 33° 22′ | 0.4 | 0.3 |
| 241 | Nizza . . . . . . . . | 1849—68 | 43 41 | 7 6 | 0 5 | 0.2 |
| 242 | Norddeutschland . . | 48 | | | 0.10 | 0.16 |
| 243 | Nordseeküste . . . . | 20 | | | 0.12 | 0.18 |
| 244 | Norrbotten (Län) Schweden . . . . | 1871—75 | | | | |
| 245 | Norrland, Schweden . . | 1871—75 | | | 1.0 | 1.0 |
| | „ „ . . | 1871—75 | | | | |
| 246 | Norwegen, Küste (für Inlandzahlen in Klammern) . . . . | 1867—83 | | | 0.26(0.06) | 0.11(0.03) |
| | Ostland | 1867—83 | | | 0.04(0.01) | 0.0(0.0) |
| | Westland | | | | 0.23(0.15) | 0.12(0.09) |
| | Romsd.-Tronh. | | | | 0.43(0.14) | 0.16(0.06) |
| | Nord-Tromsö | | | | 0.22(0.11) | 0.15(0.16) |
| | Finnmarken | | | | 0.03(0.02) | 0.00(0.00) |
| 247 | Nyköping (Län) Schweden . . . . | 1871—75 | | | | |
| 248 | Obervellach, Kärnten . | | | | | |
| 249 | Oerebro (Län) Schweden | 1871—75 | | | | |
| 250 | Ona, Norwegen . . . | 15 | 62 53 | 6° 33′ | 0.2 | 0.2 |
| 251 | Östersund (Län) Schweden . . . . | 1871—75 | | | | |
| 252 | Oviedo, Spanien . . . | 40 (1851—90) | 43 28 | 2 7.5 W. v. Madr. | 0.5 | 0.6 |
| 253 | Oxö, Norwegen . . . | 13 | 58 4 | 8 3 | 0.0 | 0.1 |
| 254 | Palermo . . . Blitz | 1866—77 | 30°6′44″ | 11 37 | 1.1 | 1.0 |
| | Donner | | | | 0.6 | 0.8 |
| 255 | Parc de Baleine, France, Département d'Allier . | 1835—88 | 46° 42′ | | 0.1 | 0.2 |
| 256 | Paul (St.) Kärnten . . | | | | | |
| 257 | Peter (St.) Kärnten . . | | | | | |
| 258 | Pola . . . . . . . . | 10 (1864—73) | 44 52 | 13 51 | 0.3 | 0.3 |
| | „ . . . . . . . . | 17 (1864—81) | 44 52 | 13 51 | 0.2 | 0.5 |
| 259 | Pontafel, Kärnten . . | | | | | |
| 260 | Porto . . . . . . , . | 1864—72 | 41 8 | 8 37 | 0.1 | 0.0 |
| 261 | Potsdam . . . . . . . | 1877—86 | | | 0.0 | 0.0 |

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.4 | 0.0 | 1.0 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.2 | 0.8 | 0.2 | 0.6 | 5.6 |
| | | | | | | | | | | 27.9 |
| 0.1 | 0.0 | 0.2 | 0.2 | 1.1 | 1.1 | 0.8 | 0.4 | 0.1 | 0.1 | 4.2 |
| 0.3 | 1.4 | 2.9 | 4.3 | 4.4 | 4.2 | 1.2 | 0.3 | 0.1 | 0.1 | 19.4 |
| 4.0 | 18.0 | 21.0 | 53.0 | 67.0 | 51.0 | 17.0 | 3.0 | 1.0 | 0.0 | 238.0 |
| 0.0 | 0.0 | 0.3 | 1.0 | 3.2 | 2.5 | 0.6 | 0.2 | 0.0 | 0.0 | 7.8 |
| 2.0 | 2.3 | 4.8 | 5.2 | 6.0 | 5 4 | 3.6 | 1.5 | 1.3 | 0.5 | 34.4 |
| 0.1 | 0 2 | 1.6 | 2.4 | 3 7 | 2.3 | 1.1 | 1.1 | 0.0 | 0 0 | 12 5 |
| 0.0 | 0.3 | 1.3 | 2.6 | 2.7 | 2.1 | 0.4 | 0.3 | 0.0 | 0.0 | 9.7 |
| 14.0 | 20.0 | 46.0 | 62 0 | 100.0 | 101.0 | 99.0 | 58.0 | 32.0 | 11.0 | 558.0 |
| 0.1 | 1.0 | 2.3 | 3.3 | 3.6 | 3.0 | 0.8 | 0.1 | 0.1 | 0.03 | 14.4 |
| 0.8 | 2.3 | 5 8 | 4.8 | 3.2 | 3.8 | 4.8 | 2.5 | 0.9 | 1.1 | 30.6 |
| 1.6 | 1.3 | 2 0 | 3.0 | 1.6 | 1.1 | 2.9 | 2.7 | 1.0 | 1.1 | 19 6 |
| 0.2 | 0.5 | 2 6 | 3.7 | 4.9 | 4.0 | 1.7 | 0.3 | 0.0 | 0.0 | 17.9 |
| 0.2 | 0.3 | 0.5 | 0.2 | 0.0 | 0.0 | 0.6 | 0 3 | 0.5 | 0.0 | 3.3 |
| 0.5 | 0.9 | 1.4 | 1.4 | 1.7 | 1.7 | 2.3 | 2.5 | 0.8 | 0.2 | 14.1 |
| 0.31 | 1.17 | 2.97 | 3.96 | 3.83 | 3.71 | 0.86 | 0.28 | 0.14 | 0.10 | 17.6+2.7 |
| 0.46 | 0.80 | 2.19 | 2.95 | 3.10 | 2.74 | 1.14 | 0.45 | 0 25 | 0 39 | 14.8±2.6 |
| | | | | | | | | | | 6.9 |
| 5.0 | 0.0 | 72.0 | 414.0 | 743.0 | 385.0 | 48.0 | 17.0 | 4 0 | 1.0 | 1690.0 |
| | | | | | | | | | | 6.95 |
| 0.06(0.01) | 0.05(0.02) | 0.22(0.33) | 0.55(1.21) | 1.21(2.11) | 1.25(1.56) | 0.45(0.23) | 0.37(0.09) | 0.29(0.06) | 0.14(0.08) | 4.96 (5.74) |
| 0.01(0.0) | 0.02(0.02) | 0.44(0.52) | 0.93(1.64) | 1.96(2.67) | 2.11(2.03) | 0.55(0 29) | 0.21(0.07) | 0.12(0.01) | 0.0(0.1) | 6.39 (7,27) |
| 0.09(0.02) | 0.08(0.01) | 0.33(0.04) | 0.74(0.81) | 1.60(0.99) | 1.74(0.76) | 0.73(0.15) | 0.69(0.25) | 0.40(0.14) | 0.16(0.07) | 7.01 (2.97) |
| 0.04(0.05) | 0.03(0.01) | 0.07(0.10) | 0.32(0.91) | 0.70(1.66) | 0.44(1.14) | 0.28(0.20) | 0.26(0.05) | 0.36(0.17) | 0.30(0.09) | 3.39 (4.58) |
| 0.07(0.05) | 0.08(0.00) | 0.00(0.00) | 0.14(0.27) | 0.49(0.89) | 0.53(0.61) | 0.09(0.09) | 0.12(0.07) | 0.24(0.07) | 0.11(0.11) | 2.19 (2.43) |
| 0.00(0.00) | 0.00(0.00) | 0.00(0.04) | 0.12(0.57) | 0.36(1.33) | 0.21(0.73) | 0.00(0.00) | 0.00(0.02) | 0.00(0.02) | 0.00(0.02) | 0.72 (2.75) |
| | | | | | | | | | | 9.1 |
| | | | | | | | | | | 16.9 |
| | | | | | | | | | | 8.7 |
| 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.3 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 1.4 |
| | | | | | | | | | | 5.7 |
| 0.6 | 1.1 | 2.0 | 1.9 | 2.5 | 1.7 | 1.2 | 0.4 | 0.5 | 0.8 | 13.8 |
| 0.0 | 0.0 | 0.6 | 1.3 | 2.5 | 1.8 | 0.7 | 0.4 | 0.3 | 0.0 | 7.7 |
| 2.0 | 0.6 | 1.1 | 2.1 | 2.0 | 2.4 | 3.3 | 4.8 | 2.9 | 1.8 | 25.0 |
| 1.6 | 0.4 | 1.1 | 1.6 | 0.9 | 1.6 | 1.4 | 2.3 | 1.6 | 1.1 | 15.0 |
| 1.0 | 2.5 | 4.7 | 5.4 | 5.5 | 5.0 | 2.8 | 1.2 | 0.3 | 0.3 | 29.0 |
| | | | | | | | | | | 25.0 |
| | | | | | | | | | | 17.1 |
| 0.7 | 1.2 | 1.9 | 3.8 | 4.3 | 3.6 | 2.3 | 2.7 | 1.1 | 0.8 | 23.0 |
| 0.9 | 1.2 | 2.1 | 4.4 | 4.7 | 4.3 | 3.4 | 2.5 | 1.4 | 0.9 | 26.5 |
| 0.2 | 0.4 | 0.7 | 0.3 | 0.0 | 0.2 | 0.6 | 0.3 | 0.0 | 0.2 | 3.0 |
| 0.1 | 1.2 | 2.6 | 4.7 | 5.6 | 3.6 | 1.4 | 0.3 | 0.1 | 0.2 | 19.8 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 262 | Praegraten (Pregratten) Gewitter in Virgenthal . . . . . | 1863—79? | 47° 1' | 12° 22.5' | 0.0 | 0.0 |
| | „ Wetterleuchten | | | | 0.1 | 0.1 |
| 263 | Prag . . . . . . . | 1840—79 | 50 5 | 14 26 | 0.1 | 0.1 |
| 264 | Prestö, Norwegen . . | 11 | 64 47 | 11 8 | 0.4 | 0.0 |
| 265 | Prisren (Albanien) . . | 1886 | 42 12.5 | 20 43 | 0.0 | 0.0 |
| 266 | Rauen, Norwegen . . | 12 | 66 12 | 13 32 | 0.1 | 0.1 |
| 267 | Ratibor . . . . . . . | (1848—79) | 50 6 | 18 13 | 0.1 | 0.0 |
| 268 | Rigi . . . . Summe | 6 | | | 0.0 | 0.0 |
| 269 | Riva am Gardasee . . | 20 (1871—90) | 45 53 | 10 50 | 0.0 | 0.05 |
| 270 | Röros, Norwegen . . . | 12 | 62 35 | 11 23 | 0.0 | 0.0 |
| 271 | Rossinière, Pays d'Enhaut bei Château d'Oex . | 1873—79 | | | 0.1 | 0.1 |
| 272 | Rudolstadt. Stationen III. Ordnung . . . . . | 1884 | | | | |
| | 1. Neuhaus a. R. . . | | | | | |
| | 2. Oberhain . . . . | | | | | |
| | 3. Meura . . . . . | | | | | |
| | 4. Boucha . . . . | | | | | |
| | 5. Katzhütte . . . | | | | | |
| | 6. Stadtilm . . . . | | | | | |
| | 7. Leutenberg . . . | | | | | |
| | 8. Blankenburg . . | | | | | |
| | Stationen II Ordnung: | | | | | |
| | 1. Rudolstadt . . . | | | | | |
| | 2. Frankenhausen . | | | | | |
| 273 | Reitzenhain (Erzgebirge) | 1861—80 | 50 34 | 21 10 | 0.25 | 0.25 |
| 274 | Sachsenburg, Kärnten . | | | | | |
| 275 | Sagritz, Kärnten . . . | | | | | |
| 276 | Saifnitz, Kärnten . . . | | | | | |
| 277 | Salzburg . . . . . . | 1876—85 | | | 0.0 | 0.0 |
| 278 | Sandösund, Norwegen . | 22 | 59 5 | 10 28 | 0 1 | 0.0 |
| 279 | Säntis . (ohne Januar) | 1882—83 | | | {1883 — | 0.0 |
| | „ . . . . Summe | 5 | | | 0.0 | 0.0 |
| | „ . . . . . . . | 1882—85 | 47 15 | 9 21 | 0.0 | 0 0 |
| 280 | Schafberg bei Ischl, Alpengipfel . . . . | 1871—78 | 47 46 | 13 26 | 0.0 | 0.0 |
| 281 | Schleswig-Holstein Summe . . . . . | 1879—83 | | | 0.0 | 0.0 |
| 282 | Schneegruben, Riesengb. | 1883—84 | | | 0.0 | 0.0 |
| 283 | Schneekoppe, Riesengb. | 1880—85 | | | 0.0 | 0.0 |
| 284 | Schottland . . . . . | 1857—79 | | | | |
| | „ Ostseite, 3 Stat. zusammen 69 Jahre in % . . . . . | | | | 1.1 | 1.1 |
| | „ Leuchttürme der O-Küste nordwärts bis Wyck zusammen 12 Beobachtungsjahre, in % | | | | 0.4 | 0.0 |
| | „ Leuchttürme in Shetland, Orkney, Hebriden und Westküste bis Oban, 12 Jahre in % . . | | | | 12.5 | 3.2 |

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.0 | 0.0 | 0.7 | 2.1 | 5.4 | 3 7 | 1.2 | 0.3 | 0.3 | 0.0 | 13.7 |
| 0.1 | 0.5 | 1.8 | 3.0 | 5.6 | 6 2 | 3.0 | 1.1 | 0.3 | 0.2 | 22.0 |
| 0.1 | 0.9 | 2.7 | 4.3 | 3 6 | 3.0 | 0.9 | 0.2 | 0.1 | 0.0 | 16 0 |
| 0.0 | 0.0 | 0.2 | 0.5 | 1.7 | 0.5 | 0.3 | 0.2 | 0.2 | 0.0 | 4.0 |
| 0.0 | 0.0 | 1.0 | 2.0 | 1.0 | 2.0 | 0.0 | 2.0 | 1.0 | 0.0 | 9.0 |
| 0.1 | 0.0 | 0.1 | 0.3 | 0.6 | 0.3 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.6 |
| 0.2 | 1.3 | 3.5 | 5.2 | 4 2 | 3.8 | 1.3 | 0.2 | 0.5 | 0.1 | 19.9 |
| 0.0 | 2.0 | 5.0 | 12 0 | 17.0 | 10.0 | 2.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 48.0 |
| 0.5 | 1.1 | 2.7 | 5 4 | 7.0 | 6.0 | 3 5 | 1.2 | 0.2 | 0.3 | 27.9 |
| 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.5 | 0.7 | 0.3 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.6 |
| 0.2 | 1.5 | 3.0 | 9.2 | 10.5 | 11.2 | 2.5 | 0.7 | 0.6 | 0.1 | 39.7 |
| | | | | | | | | | | 25.0 |
| | | | | | | | | | | 32.0 |
| | | | | | | | | | | 21.0 |
| | | | | | | | | | | 21.0 |
| | | | | | | | | | | 22.0 |
| | | | | | | | | | | 33.0 |
| | | | | | | | | | | 21.0 |
| | | | | | | | | | | 21.0 |
| | | | | | | | | | | 30.0 |
| | | | | | | | | | | 27.0 |
| 1.1 | 2.3 | 4.0 | 6.9 | 7.0 | 4.6 | 1.5 | 0.5 | 0.25 | 0.35 | 29.0 |
| | | | | | | | | | | 23.1 |
| | | | | | | | | | | 18.5 |
| | | | | | | | | | | 21.7 |
| 5.0 | 9.0 | 22.0 | 45.0 | 51.0 | 44.0 | 19.0 | 4.0 | 1.0 | 2.0 | |
| 0.0 | 0.1 | 0.3 | 1.0 | 0.9 | 1.4 | 0.5 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 4.4 |
| 0.0 | 1.0 | 0.0 | 1.0 | 6.0 | 2.0 | {1882 — | 0.0 | 1.0 | 0.0 | |
| 0.0 | 4.0 | 8.0 | 26.0 | 49.0 | 27.0 | 7.0 | 4.0 | 0.0 | 0.0 | 125.0 |
| 0.0 | 0.8 | 1.0 | 1.6 | 4.8 | 2.2 | 1.2 | 0.4 | 0.2 | 0.1 | 12.3 |
| 0.0 | 0.9 | 0.8 | 4.3 | 6.4 | 4.1 | 0.3 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 16.9 |
| 1.0 | 3.0 | 11.0 | 15.0 | 32.0 | 18.0 | 11.0 | 10.0 | 2.0 | 1.0 | 104 0 |
| 0.5 | 0.0 | 2.0 | 2.0 | 8.5 | 4.5 | 1.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 19.0 |
| 0.4 | 0.0 | 2.4 | 2.8 | 7.7 | 3.2 | 1.5 | 0.2 | 0.0 | 0.0 | 18.1 |
| 0.7 | 6.5 | 13.4 | 17.5 | 27.5 | 15.8 | 8.6 | 4.5 | 0.4 | 2.9 | 739 |
| 0.2 | 9.3 | 6.1 | 16.3 | 35.0 | 17.8 | 11.7 | 2.2 | 0.4 | 0.6 | 538 |
| 3.0 | 3.2 | 3.8 | 23.5 | 15.8 | 13.2 | 4.5 | 11.7 | 1.7 | 3.9 | 685 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Schottland | | | | | |
| | „ Sandwyck, Orkney, 23 Jahre in % . | | | | 9.8 | 9.8 |
| | „ Leuchttürme der SW-Küste von Oban bis Man, 12 Jahre in % . . | | | | 10.4 | 3.2 |
| 285 | Schreiberhau, Riesengb. | 1880—85 | | | 0.0 | 0.0 |
| 286 | Schweden (für ganzes Land) . . . . . . | 1871—75 | | | | |
| 287 | Siebenbürgen, SO-Ungarn | 12 | | | 0.00 | 0.05 |
| 288 | Skaraborg (Län) Schweden | 1871—75 | | | | |
| 289 | Skudesnes, Norwegen . | 22 | 59° 9′ | 5° 16′ | 0.1 | 0.0 |
| 290 | Sogndal, Norwegen . . | 10 | 61 18 | 7 3 | 0.0 | 0.0 |
| 291 | Sondershausen . . . . | 1861—82 | 51 22 | 10 52 | 0.1 | 0.1 |
| 292 | Steiermark, Kärnten und Oberkrain in % . . | 1885 | | | 0.03 | 0.00 |
| | | 1886 | | | 0.15 | 0 00 |
| | | 1887 | | | 0.07 | 0.01 |
| | | 1888 | | | 0.03 | 0.04 |
| | | Mittel | | | 0.07 | 0.01 |
| 293 | Stockholm (Län) Schweden . . . . | 1871—75 | | | | |
| 394 | Strassburg . . . . . | 1806—69? 1801—36? | 48 34 | 7 45 | 0.0 | 0.1 |
| 295 | Südvaranger, Norwegen | 12 | 69 40 | 30 11 | 0.1 | 0.0 |
| 296 | Svealand, Schweden . . | 1871—75 | | | | |
| | „ „ . . | 1871—75 | | | 5.0 | 1.0 |
| 297 | Swinemünde . . . . | 1876—85 | 53 56 | 57 4 | 0.0 | 9.0 |
| 298 | SW-Deutschland . . . | 26 | | | | |
| 299 | Syndicat, Thal Cleurie, Canton Remiremort . | 18 (1856—68) | | | 0.11 | 0.11 |
| | | | | | Winter 0.2 | |
| 300 | Tabor . . . . . . . . | 1875—84 | 49 5 | 32 20 | 0.0 | 0.0 |
| 301 | Tarifa . . . . . . . . | 1867—71 | 36 0 | 5 37 | 0.4 | 0.4 |
| 302 | Tatra (Südpass der) . . | 15 | | | 0.00 | 0.03 |
| 303 | Tharandt im Thale des Schloitzbaches . . . | 1879—83 | 51 0 | 54 19 | 0.0 | 0.0 |
| 304 | Thorshaven, Faröer Inseln . . . Summe | 8 (1866—80) | 62 2 | 6 44 | 2.0 | 0.0 |
| 305 | Tiffen, Kärnten . . . | | | | | |
| 306 | Tönset, Norwegen . . | 5 | 62 17 | 10 45 | 0.0 | 0.0 |
| 307 | Torringen, Norwegen . | 16 | 58 25 | 8 48 | 0.0 | 0.0 |
| 308 | Triest . . . . . . . | 33 (1841—73) | 45 39 | 13 47 | 0.2 | 0.1 |
| | „ . . . . . Summe | 1876—85 | | | 0.0 | 2 0 |
| 309 | Tröpolach, Kärnten . . | | | | | |
| 310 | Tromsö, Norwegen . . | 12 | 69 39 | 18 58 | 0.0 | 0.1 |
| 311 | Tyrol . . . . . . . . | 22 | | | 0.03 | 0.00 |
| 312 | Udsire, Norwegen . . | 16 | 59 18 | 4 53 | 0.1 | 0.0 |
| 313 | Ullensvang, Norwegen . | 11 | 60 19 | 6 40 | 0.3 | 0.1 |
| 314 | Ungar. Ebene (s. auch Siebenbürgen) . . . | 13 | | | 0.00 | 0.02 |
| 315 | Upsala (Län) Schweden | 1871—75 | | | | |
| 316 | Uraniborg (Beob. v. Tycho Brahe) z. Vergl. Dänemark . . . . . . | 1590 | | | 0.000 | 0.003 |
| | | 1866 | | | 0.003 | 0.003 |
| 317 | Utrecht . . . . . . | 1869—78 | | | 0.1 | 0.0 |
| | „ . . . . . . | 1849—91 | | | 0.09 | 0.16 |

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2.0 | 2.0 | 3.3 | 15.7 | 22.9 | 16 4 | 5.2 | 5.9 | 3.3 | 4.0 | 153 |
| 1.4 | 3.4 | 7.8 | 19.5 | 14,2 | 20.7 | 6.6 | 5 6 | 3.0 | 4.3 | 682 |
| 0.7 | 0.7 | 3.0 | 3.8 | 8.3 | 4.3 | 1.5 | 0 5 | 0.0 | 0.3 | 23.2 |
| | | | | | | | | | | 8863 |
| 0.50 | 1.20 | 4.15 | 5.80 | 5.07 | 3.62 | 1.52 | 0.32 | 0.07 | 0.02 | 22.3+3.1 |
| | | | | | | | | | | 11.1 |
| 0.1 | 0.0 | 0.4 | 0.4 | 0.9 | 1.1 | 0.9 | 0.6 | 0.4 | 0.1 | 5.0 |
| 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.3 | 0.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.6 |
| 0.5 | 1.1 | 2.5 | 4 1 | 4.9 | 3.1 | 1.1 | 0.5 | 0.2 | 0.2 | 18.5 |
| 0.22 | 0.32 | 8.86 | 19.80 | 24.52 | 34 32 | 10.57 | 1.28 | 0.08 | 0.00 | 9388 } Summen |
| 0.24 | 4.87 | 11.67 | 34.74 | 17.61 | 14.19 | 10.96 | 2.09 | 2.20 | 1.28 | 7014 } Summen |
| 0.95 | 3.42 | 8.66 | 12.91 | 45.48 | 24.35 | 3.27 | 0.68 | 0.20 | 0 00 | 7960 } Summen |
| 0.86 | 2.97 | 11.48 | 34 13 | 22.62 | 19.93 | 5 27 | 2.61 | 0.04 | 0.01 | 9394 } Summen |
| 0.57 | 2 89 | 10.17 | 25 40 | 27.56 | 23.20 | 7 52 | 1.66 | 0 63 | 0 32 | 33756 } Summen |
| | | | | | | | | | | 6.3 |
| 0.2 | 1.0 | 3.1 | 3.4 | 3.8 | 3.6 | 1.4 | 0.2 | 0.0 | 0.0 | 16.8 |
| 0.0 | 0.0 | 0.1 | 1.0 | 3.0 | 1.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 5.7 |
| | | | | | | | | | | 8.47 |
| 3.0 | 12.0 | 235.0 | 716.0 | 900.0 | 898.0 | 343.0 | 56.0 | 1.0 | 0.0 | 3170.0 |
| 0.0 | 0.8 | 2.5 | 4.5 | 6.0 | 4.6 | 1.2 | 0.3 | 0.2 | 0.0 | 21.1 |
| 0.40 | 1.60 | 4.07 | 5.15 | 5 34 | 5.02 | 1.59 | 0.29 | 0.12 | 0.11 | 23.9+2.1 |
| | Frühling 4.3 | | | Sommer 10.8 | | | Herbst 1.6 | | | 16.9 |
| 0.3 | 0.3 | 2.0 | 1.3 | 3.0 | 2.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 9.0 |
| 0.6 | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 0.4 | 2.2 |
| 0.10 | 1.07 | 4.27 | 5.17 | 5.00 | 4.40 | 1.20 | 0.23 | 0.00 | 0.00 | 21.5+2.7 |
| 0.4 | 1.4 | 4.2 | 5.8 | 7.0 | 4.8 | 2.4 | 0.2 | 0.4 | 0.2 | 26.8 |
| 1.0 | 1.0 | 0.0 | 0.0 | 0 0 | 1.0 | 0.0 | 0.0 | 1.0 | 3.0 | 9.0 |
| | | | | | | | | | | 42.4 |
| 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.8 | 0.8 | 0.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1 8 |
| 0.0 | 0.1 | 0.4 | 0.6 | 1.8 | 1.3 | 0.6 | 0.4 | 0.3 | 0.0 | 5.5 |
| 0.5 | 1.1 | 1.9 | 3.4 | 3.1 | 3.7 | 2.3 | 2.2 | 0.7 | 0.4 | 19.6 |
| 2.0 | 6.0 | 18.0 | 60.0 | 52.0 | 55.0 | 47.0 | 15.0 | 8 0 | 4.0 | |
| | | | | | | | | | | 26.4 |
| 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.4 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.5 |
| 0.00 | 0.03 | 1.53 | 2.93 | 4,60 | 3.37 | 1.07 | 0.50 | 0.03 | 0.03 | 14.1+1.3 |
| 0 1 | 0.1 | 0.5 | 0.3 | 0,6 | 0.9 | 0.7 | 0.4 | 0.3 | 0.1 | 4.1 |
| 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.5 | 2,2 | 0.7 | 0.3 | 0.6 | 0.7 | 0.3 | 5.8 |
| 0.18 | 0.58 | 2.35 | 2.80 | 2 95 | 2.72 | 0.92 | 0.45 | 0.00 | 0.00 | 13.0+1.9 |
| | | | | | | | | | | 7.7 |
| 0.000 | 0.003 | 0.028 | 0.053 | 0.043 | 0.034 | 0.015 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| 0.000 | 0.000 | 0.026 | 0.053 | 0.055 | 0.055 | 0.030 | 0.019 | 0.003 | 0.000 | |
| 0.4 | 0.8 | 2.2 | 3.3 | 7.2 | 4.5 | 2.8 | 1.3 | 0.2 | 0.0 | 22.8 |
| 0.28 | 0.81 | 2.56 | 3.00 | 4.33 | 3.63 | 1.77 | 0.88 | 0.21 | 0.05 | 17.7 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 318 | Vardö . . . . . . . . | 16 | 70° 22′ | 31° 7′ | 0.0 | 0.0 |
| 319 | Venedig . . . . . . . | 13 (1853–66) | 45 26 | 12 20 | 0.0 | 0.0 |
| 320 | Vent (oder Fend) im Hintergrunde des Ötz-thales . . . . . . | | 46 52 | 10 56 | | |
| 321 | Vermland(Län)Schweden | 1871—75 | | | | |
| 322 | Vesterboten (Län) Schweden . . . . | 1871—75 | | | | |
| 323 | Vesteras (Län) Schweden | 1871—75 | | | | |
| 324 | Vesternorrland (Län) Schweden . . . . | 1871—75 | | | | |
| 325 | Villa, Norwegen . . . | 16 | 64 33 | 10 42 | 0.0 | 0.1 |
| 326 | Wang, Riesengebirge . | 1880—85 | | | 0.0 | 0.0 |
| 327 | Warnemünde-Wustrow {Warnem. / Wustrow} . . . . | 1876—85 | 54 10<br>54 21 | 51ᵐ 45ˢ<br>49 35 | 0.0 | 0.0 |
| 328 | Weisbriach, Kärnten . | | | | | |
| 329 | Weissenhof . . . . . | 10 (1881—90) | 15 *km* | nördlich von Wien | 0.0 | 0.0 |
| 330 | Wiesenau, Kärnten . . | | | | | |
| 331 | Wilhelmshaven . . . | 1876—85 | | | 0.1 | 0.0 |
| | " . . . | 1875—85 | 53° 32′ | 32′ 35″ | 0.1 | 0.0 |
| 332 | Würmlach, Kärnten . . | | | | | |
| 333 | Württemberg . . . . | 1866—75 | | | 0.1 | 0.2 |
| 334 | Ytteröen, Norwegen . . | 9 | 63 49 | 11° 14′ | 0 2 | 0.0 |
| 335 | Zürich . . . Gewitter<br>Blitze | 90 | | | 4.0<br>3.0 | 8.0<br>3.0 |
| 336 | Zwickau . . . . . . . | 1864—81 | | | 0.1 | 0.1 |

## C. Asien.

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 337 | Bangkok, Siam . . . | 1858—68 m. Ausn. 1862 | 13° 38′ | 107° 27′ | 0.1 | 1.5 |
| 338 | Banjermassing, S-Küste, Borneo . . . . . | 1850—58 | 3° 34′ S | 114 30 | 5.3 | 4.0 |
| 339 | Batavia . . . . . . . | 1866—75 | 6 11 S | 106 50 | 9.7 | 8.1 |
| 340 | Buitenzorg, N-Java, Inland | 1841—54 (m. Unterbr.) | 6 37 S | 106 48 | 14.0 | 12.0 |
| 341 | Decima, Insel b. Nagasaki | 1845—55 | 32° 44′ | 129 42 | 0.2 | 0.1 |
| 342 | Hué (Anam) . . . . | 1881—86 | 26 33 | 107 38 | 0.0 | 0.0 |
| 343 | Mahé (Seychellen) . . | 1888 | | | 1.0 | 3.0 |
| 344 | Newchwang, Mandschurei | 1861—62 | 40 57 | 121 27 | 0.0 | 0.0 |
| 345 | Nigata, Ost-Asien . . | 1872—81 | 37 55 | 139 10 | 0 3 | 0.1 |
| 346 | Padang, SW-Küste, Sumatra . . . . . | 1850—56 | 0° 56′ S | 100 2 | 3.0 | 2.6 |
| 347 | Palembang, O-Sumatra | 1850—56 (ohne 1854) | 2 50 S | 104 53 | 3.7 | 7.0 |
| 348 | Peking . . . . . . | 1841—74 | 39° 57′ | 116 29 | 0.0 | 0.0 |
| 349 | Sapporo, Japan . . . | 1877 | 43 4 | 141 23 | 1.0 | 0 |
| | Tokio (Kaiseigakko), Japan. Gewitter und Donner | 1873 | 35 41 | 139 47 | 0 | 1 |
| | | 1874 | 35 41 | 139 47 | 0 | 0 |
| | | 1875 | 35 41 | 139 47 | 0 | 0 |
| 350 | | 1876 | 35 41 | 139 47 | 0 | 0 |
| | Tokio (Kaiseigakko), Japan. Kaiserliches Observatorium . . . | 1876 | 35 40 | 139 45 | 0 | 0 |
| | | 1877 | 35 40 | 139 45 | 0 | 0 |
| | | 1878 | 35 40 | 139 45 | 0 | 0 |
| 351 | Yokohama, Japan . . | 1865 | 35 27.3 | 139 40.2 | Winter 3 | |

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 0 | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 0.5 | 0.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.9 |
| 0.4 | 1.1 | 1.4 | 3.5 | 3.2 | 2.6 | 2.6 | 1.6 | 0.3 | 0.1 | 16.8 |
| | | | | | | | | | | 10.5 |
| | | | | | | | | | | 6 3 |
| | | | | | | | | | | 12.1 |
| | | | | | | | | | | 6.6 |
| 0 0 | 0.0 | 0 0 | 0.1 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0 0 | 0.1 | 0.5 |
| 0.3 | 0.8 | 2.7 | 3.0 | 7.2 | 3.5 | 0.8 | 0.5 | 0.0 | 0.2 | 19.0 |
| 0.1 | 0.6 | 1.9 | 2.9 | 3.0 | 3.2 | 0.6 | 0.6 | 0.1 | 0.1 | 13.1 |
| | | | | | | | | | | 22.5 |
| 0.2 | 2.6 | 7,3 | 10.2 | 9.7 | 8.3 | 2.3 | 0.5 | 0.0 | 0.0 | 41.1 |
| | | | | | | | | | | 24.2 |
| 0.3 | 0.6 | 2.8 | 4.3 | 6.1 | 3.6 | 1 4 | 1.6 | 0.4 | 0.1 | 21.3 |
| 0.3 | 0.6 | 2.8 | 4.3 | 6.1 | 3.6 | 1.4 | 1.6 | 0.4 | 0.1 | 21.3 |
| | | | | | | | | | | 36.6 |
| 0.3 | 1.4 | 3.6 | 4.2 | 6.6 | 3.2 | 1.1 | 0.5 | 0.1 | 0.1 | 21 3 |
| 0.0 | 0.0 | 0 0 | 2 4 | 6.2 | 1.7 | 0 1 | 0.1 | 0 3 | 0.0 | 7.4 |
| 19 0 | 139.0 | 242.0 | 407.0 | 345.0 | 403.0 | 129.0 | 23.0 | 11.0 | 4.0 | zusammen 1734 |
| 5.0 | 20.0 | 24.0 | 20.0 | 43.0 | 39.0 | 39.0 | 12.0 | 5.0 | 4.0 | 217 |
| 0.2 | 1.2 | 3.8 | 5.3 | 6.2 | 4.7 | 1.4 | 0 3 | 0.1 | 0.1 | 23.5 |

## C. Asien.

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| .3 | 7.9 | 14.0 | 8.9 | 9.0 | 8.6 | 10,6 | 7.6 | 3.3 | 0.6 | 76.4 |
| 4.3 | 4.2 | 6.3 | 3.0 | 2.1 | 2.4 | 3.3 | 5 3 | 7.4 | 6.6 | 54.2 |
| 8.4 | 8.5 | 6.9 | 4.6 | 4.9 | 4.3 | 5.9 | 8.5 | 12.5 | 12.4 | 94.6 |
| 15.0 | 16.0 | 17,0 | 11.0 | 9 0 | 11.0 | 12.0 | 19.0 | 18.0 | 13.0 | 167.0 |
| 1.1 | 0.7 | 0.6 | 0.5 | 1.1 | 1.3 | 0.4 | 0.0 | 0.7 | 0.3 | 7.0 |
| 0.0 | 2.0 | 4.0 | 7.0 | 2.0 | 6.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 21.0 |
| 2.0 | 3.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 3.0 | 4.0 | 0.0 | 16.0 |
| 0.0 | 0.0 | 2.0 | 8.0 | 2.0 | 2 0 | 0.0 | 0.0 | 1.0 | 0.0 | 15.0 |
| 0.2 | 0.4 | 0.7 | 0.6 | 1.2 | 2.4 | 0.9 | 1.0 | 1.4 | 0.6 | 9.8 |
| 5.5 | 5.8 | 4.4 | 3.6 | 1 6 | 3.4 | 4.0 | 6.5 | 3.2 | 5.2 | 48.8 |
| 12.0 | 14.0 | 10.0 | 7.8 | 9.8 | 9 7 | 6.0 | 11.5 | 14.8 | 9.3 | 115.6 |
| 0.0 | 0.7 | 3.0 | 6.6 | 6.9 | 5.6 | 3.7 | 0.4 | 0 0 | 0.0 | 26.9 |
| 0.0 | 0 0 | 1.0 | 0.0 | 1.0 | 2.0 | 2 0 | 2.0 | 0.0 | 0.0 | 9 0 |
| 0 | 1 | 2 | 0 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 (Mittel 7.4) |
| 1 | 4 | 2 | 2 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 13 |
| 0 | 1 | 2 | 1 | 3 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 9 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 0 | 0 | 0 | 9 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 2 | 0 | 1 | 0 | 6 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 2 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 7 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| | Frühling 1 | | | Sommer 4 | | | Herbst 0 | | | 8 |

## D. Afrika.

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 352 | Alexandrien, Ägypten . | 3 (1857—61) | 31° 11′ | 29° 53′ | Winter 3.0 | |
| 353 | Antananariva in Madagaskar . . . . | 1890 | 18° 55′ S | 47 26 | 8 | 8 |
| 354 | Azoren: Angra do Heroismo . . | 1865—70 | 38° 36′ | 27 15 W | Winter 1.2 | |
| 355 | „ Delgada . . . | 1865—70 | 37 44 | 26 55 W | Winter 1.8 | |
| 356 | „ Faial . . . . | 1865—70 | | | Winter 2.0 | |
| 357 | Bengazi . . . . . . . | 1882 | 32 7 | 20 3 2 | 1 | 1 |
| 358 | Biskra, Algerien, Nordrand der Sahara . . | 1845—53 | 34 51 | 5 40 | 0 2 | 0.3 |
| 359 | Bismarckburg, Togoland, Inneres . . . . . | 2 (Juni 1888 — Juni 1890) | 8 12 | 0 34 | 25<br>21 | 8<br>22 |
| 360 | Berbera . . . . . . | 1883—85 | 10 28 | 45 7 | — | 1 |
| 361 | Chinchoxo, Loangoküste, West-Afrika . . . | 1875? | 5° 9′ S | 12 3.5 | 16 | 18 |
| 362 | Chinchoxo, Loangoküste, West-Afrika (Wetterleuchten) . . . . | 1875? | 5° 9′ S | 12 3.5 | 5 | 4 |
| 363 | Christiansburg, Goldküste | 1829—42 | 5° 36′ | 0 10 W | 4.0 | 5.6 |
| 364 | Elfenbeinküste . . . . | 1 (1860—62) | | | 1 | 1 |
| 365 | Freetown, Sierra Leone | 1875 | 8 29 | 13 9 W | 0 | 1 |
| 366 | Fwambo (Afrika) . . | | 8° 53′ S | 31 43 | 8 | 9 |
| 367 | Gabun . . . . . . . . | 1870 | 0° 30′ | | 8 | 6 |
| 368 | George (St.) d'Elmina, Goldküste . . . . | 1860—62 | 5 5 | 1 20 | 1.0 | 2.0 |
| 369 | Gondokoro (am oberen Nil) . . . . . . | 1853—54 | 4 55 | 31 28 | 1 | 1 |
| 370 | Ismaïlia, Ägypten . . | 2 (1857—61) | 30 34 | 31 18 | | |
| 371 | Kairo, Ägypten . . . | 5 (1857—61) | 29 59 | 31 18 | | |
| | „ „ . . . | 1887—88 | 30 5 | 31 17 | Im Jahre 1888 | |
| 372 | Kakoma und Igonda, Ost-Afrika . . . . | 1881—82 | 5° 40′ S | 32 35 | 5 | 14 |
| 373 | Kamerun . . . . . . | Nov. 1885 – Okt. 1886 1 Jahr | 4 3 S | 9 42 | 6 | 0 |
| | „ . . . . . . . | April 1888 – März 1889 1 Jahr | 4 3 S | 9 42 | 4 | 6 |
| | „ . . . . . . . | April 1889 – März 1890 1 Jahr | 4 3 S | 9 42 | 12 | 18 |
| 374 | Kita, Senegal . . . . | Februar — Dez. 1882 | 12° 55′ | 9 20 W | | |
| 375 | Loanda . . . . . . . | 1880 | 8° 49′ S | 13 7 | 1 | 0 |
| 376 | Madeira . . . . . . . | 1865—70 | 32° 28′ | 16 55 W | Winter 3.4 | |
| 377 | Mukenge, Afrika . . . | 1882—83 | | | 1893<br>12 | 18 |
| 378 | Pieter-Maritzburg, Natal | 1860—65 | 29° 30′ S | 30 2 | 8.7 | 7.0 |
| 379 | Praia, auf Santiago, Capverdische Insel . | 1875—79 | 14° 54.4′ | 23 31 W | 1.2 | 0.2 |
| 380 | Pretoria, Transvaal . . | 1875—78 | 25° 45′ S | 28 50 | 6.3 | 4.0 |
| 381 | Rubaga, Victoria-See, Zentral-Afrika . . | 1881 | 0° 19′ | 33 | ? | ? |
| 382 | Said (Port), Ägypten . | 2 (1857—61) | 31 17 | | | |
| 383 | Salvador (S.), Congo . | 1883—86 | 6° 17′ S | 14 53 | 9 | 11 |
| 384 | Ssibange-Farm, Gabun, W-Afrika (Wetterleuchten in Klammern) | 1880 | 0° 25′ | 9 35 | 4 (2) | 12 (7) |

## D. Afrika.

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Frühling 0.3 | | | Sommer 0.3 | | | Herbst 0.3 | | | 3.6 |
| 14 | 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 8 | 5 | 11 | 70 |
| | Frühling 0.3 | | | Sommer 0.2 | | | Herbst 0.3 | | | 2.0 |
| | Frühling 0.8 | | | Sommer 0.7 | | | Herbst 0.8 | | | 4 1 |
| | Frühling 1.0 | | | Sommer 0.0 | | | Herbst 3.0 | | | 6.0 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 3 | 8 |
| 0.2 | 0.7 | 0.2 | 0.8 | 0.7 | 3.3 | 1.5 | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 8.6 |
| 15 | 25 | 17 | 5 | 6 | 13 | 6 | 20 | 25 | 25 | 190 |
| 18 | 26 | 21 | 10 | 2 | 3 | 10 | 24 | 26 | 19 | 202 |
| 3 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3.0 |
| 7 | 19 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 7 | 6 | 83 |
| 2 | 5 | 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 8 | 9 | 49 |
| 10.8 | 10.8 | 7.6 | 2.7 | 0.0 | 0.2 | 3.2 | 7.2 | 5.3 | 7.8 | 65.2 |
| 5 | 11 | 5 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 15 | 6 | 47 |
| 0 | 1 | 4 | 2 | 1 | 0 | 2 | 2 | 1 | 2 | 16 |
| 15 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 7 | 4 | 8 | 59 |
| 17 | 7 | 2 | 0 | 0 | 0 | 3 | 9 | 8 | 6 | 66 |
| 3.7 | 1.3 | 4.3 | 2.7 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 5.0 | 6.3 | 4.3 | 30.6 |
| 0 | 2 | 11 | 2 | 1 | 4 | 4 | 1 | 1 | 0 | 28 |
| | | | | | | | | | | 11.5 |
| | | | | | | | | | | 1.4 |
| gab es bloss 2 Gewitter, im Jahre 1887 wurde kein Gewitter verzeichnet, wie das die allgemeine Regel ist. | | | | | | | | | | — |
| 30 | 16 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 7 | 19 | 94 |
| 3 | 2 | 6 | 6 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | — | 25 |
| 3 | 0 | 1 | 6 | 11 | 10 | 7 | 14 | 9 | 11 | 82 |
| 12 | 5 | 4 | 9 | 12 | 13 | 10 | 6 | 13 | 17 | 131 |
| | | | | | | | | | | 102 |
| 7 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 6 | 4 | 24 |
| | Frühling 1.3 | | | Sommer 0.0 | | | Herbst 2.2 | | | 6.9 |
| | | | | | 1882 | | | | | |
| 17 | 26 | 10 | — | 5 | 12 | 12 | 17 | 19 | 14 | 162 |
| 6.7 | 5.0 | 1.8 | 0.2 | 0.5 | 1.2 | 4.0 | 8.0 | 6.8 | 9.5 | 59 4 |
| 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 0.2 | 1.8 | 0.6 | 0.4 | 0.6 | 5.2 |
| 1.3 | 1.0 | 1.0 | 0.3 | 0.3 | 1.3 | 3.5 | 3.0 | 4.5 | 5.5 | 32.0 |
| ? | 12 | 8 | 3 | 9 | 3 | 2 | ? | ? | ? | — |
| | | | | | | | | | | 4.5 |
| 8 | 13 | 12 | 0 | 0 | 1 | 2 | 4 | 14 | 12 | 86 |
| 13 (4) | 5 (2) | 3 (4) | 0 (0) | 1 (0) | 0 (0) | 2 (4) | 7 (4) | 18 (5) | 14 (0) | 79 (32) |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 385 | Suez, Ägypten | 2 (1857—61) | | | | |
| 386 | Tanger (Wetterleuchten in Klammern) | 1880—85 | | | 1.0 (0.2) | 1.4 (0.2) |
| 387 | Walfischbai, W-Küste von S-Afrika | 1885 | 22° 56.5′ S | 14° 26′ | 0 | 4 |
| | Walfischbai, W.-küste von S.-Afrika | 1886 | 22° 56.5′ S | 14 26 | 0 | 2 |
| 388 | Vivi am Congo | Mai 1882 — Mai 1883 | 5° 40′ | 13 49 | 1882 ? 1883 11 | ? 12 |
| 389 | Zanzibar | 1864 | 6 10 S | 39 15 | 2 | 6 |

## E. Nord- und Zentral-Amerika.

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 390 | Brunswick (Maine) | 51 (1807—59) | 43°54.5′ | 69°57.4′W | 0.02 | 0.00 |
| 391 | Chiacam, Alta Verapaz (Guatemala) | 1890 | | | 0 | 2 |
| 392 | Godthaab, Westgrönland, Polarstation | 1882—83 (13 Mon.) | 64.2° | 51° 7′W | 0 | 0 |
| 393 | Guatemala | 1860—61 | 14°37.5′ | 90 31 W | 0 | 0 |
| | Gewitter | 1879—80 | 14 37.5 | 90 31 W | 1880 0 | 0 |
| | Blitz | | | | 0 | 1 |
| | Blitz | 1880 | | | 0 | 1 |
| | Donner | | | | 0 | 0 |
| | Blitz | 1881 | 14° 38′ | 90 31 W | 0 | 2 |
| | Donner | | | | 0 | 0 |
| | Blitz | 1882 | 14 38 | 90 31 W | 0 | 0 |
| | Donner | | | | 0 | 0 |
| 394 | Leon (Guanajuato), Mexico | 1883 | 21 7 | 2 36 W v. Mexiko | 2 | 5 |
| | Leon (Guanajuato), Mexico | 1889 | | | 0 | 1 |
| | Leon (Guanajuato), Mexico | 1891 | 21 7 | 101 40 W | 2 | 7 |
| 395 | Louis (St.) am Mississippi | 12 (1854—68) | 38 37 | 90 16 W | 0.6 | 1.1 |
| 396 | Luis (S.) Potosi, Mexico | 1880 | 22 9 | 101 12 W | 1 | 0 |
| 397 | Mexico | 12 (1877—89) | 19 26 | 99 7 W | 1.0 | 1.9 |
| | " | 1878 | 19 26 | 99 6 W | 1 | 0 |
| 398 | Michaels (St.) Alaska | Juli 1874 bis Juli 1877 | 63 28 | 161 48 W | | |
| 399 | Pike's Peak, Colorado | von Nov. 1873 bis Juni 1888 incl. | 38 50 | 105 2 W | 0 0 | 0.0 |
| 400 | Port au Prince (Haïti), Donner und Blitz (Donner allein — in Klammern) | 1864 | | | 0 (0) | 3 (1) |
| | Gewitter über d. Stadt und Umgebung | 1864—68 | | | 0.5 | 0.5 |
| | Donner und Blitz (Donner allein — in Klammern) | 1864—68 | | | 0.5 (0.2) | 1.8 (0.8) |
| | Wetterleuchten | 1864—68 | | | 0.0 | 0.8 |
| | Donner und Blitz (Donner allein — in Klammern) | 1865 | | | 0 (0) | 0 (0) |
| | " " | 1866 | | | 2 (1) | 2 (2) |
| | " " | 1867 | | | 0 (0) | 2 (0) |

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | 4.5 |
| 3.6(0.8) | 2.4(0.0) | 1.3(0.7) | 0.7(1.3) | 1.7(1.2) | 0.3(0.5) | 0.2(1.6) | 0.6(0.2) | 0.4(0.6) | 1.0(0.0) | 14.6 (7.3) |
| 2 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 3 | 14 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 4 |
| 2 | 2 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 21 | 12 | 95 |
| 14 | 19 | | | | | | | | | |
| 12 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 5 | 15 | 46 |

## E. Nord- und Zentral-Amerika.

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.12 | 0.25 | 0.94 | 1.76 | 2.55 | 2.10 | 0.86 | 0.45 | 0.16 | 0.4 | 9.25 |
| 4 | 3 | 12 | 5 | 4 | 6 | 9 | 7 | 1 | 1 | 54 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 9 | 5.5 | 7 | 12 | 9 | 8 | 5 | 0.5 | 0.5 | 57.5 |
| 1879 | | | | | | | | | | |
| 2 | 4 | 6 | 3 | 1 | 4 | 4 | 2 | 1 | 1 | 27 |
| 4 | 4 | 15 | 12 | 6 | 5 | 9 | 1 | 3 | 1 | 61 |
| 1 | 6 | 9 | 7 | 15 | 9 | 11 | 2 | 5 | 1 | 67 |
| 1 | 2 | 7 | 0 | 3 | 2 | 0 | 1 | 0 | 2 | 18 |
| 3 | 11 | 20 | 21 | 14 | 13 | 9 | 7 | 5 | 0 | 105 |
| 0 | 0 | 3 | 5 | 2 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 14 |
| 0 | 12 | 14 | 19 | 14 | 18 | 5 | 6 | 1 | 1 | 90 |
| 0 | 2 | 3 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 12 |
| 8 | 0 | 19 | 21 | 25 | 27 | 20 | 22 | 7 | 4 | 160 |
| 3 | 6 | 17 | 25 | 26 | 25 | 26 | 4 | 7 | 1 | 141 |
| 0 | 4 | 13 | 28 | 24 | 22 | 13 | 6 | 0 | 3 | 122 |
| 2.4 | 3.7 | 5.0 | 7.4 | 4.7 | 4.4 | 4.2 | 1.6 | 0.7 | 0.8 | 36.6 |
| 0 | 6 | 16 | 17 | 23 | 23 | 21 | 7 | 12 | 4 | 130 |
| 4.4 | 10.3 | 16.5 | 20.4 | 22.8 | 22.9 | 17.8 | 13.5 | 4.8 | 2.3 | 138.5 |
| 0 | 0 | 15 | 19 | 26 | 18 | 20 | 14 | 2 | 3 | 118 |
| | | | | | | | | | | 3-4 i. Jahr. |
| 0.1 | 1.6 | 5.9 | 7.9 | 12.1 | 8.4 | 2.4 | 0.9 | 0.3 | 0.1 | 39.7 |
| 0 (0) | 2(1) | 5(1) | 5(8) | 8(6) | 15(1) | 20(2) | 1(1) | 2(0) | 2(0) | 63 (21) |
| 0 0 | 1.2 | 4.2 | 2.5 | 3.8 | 4.2 | 4.6 | 2.0 | 1.2 | 0.2 | 24.9 |
| 0.2 (0.2) | 4.5(1.0) | 12.0 (2.0) | 9.2(7.8) | 10.2 (4.8) | 11.4 (3.2) | 16.4 (2.8) | 8.0(2.2) | 3.0(0.8) | 0.4(0.2) | 77.6 (26.0) |
| 0.2 | 0.8 | 1.0 | 0.5 | 1.2 | 0.2 | 2.4 | 0.8 | 2.6 | 0.6 | 11.1 |
| 0 (0) | 2(1) | 17(4) | 8(8) | 7(2) | 9(3) | 11(8) | 13(3) | 4(2) | 0(1) | 75 (32) |
| 0 (0) | 8(4) | 13(1) | 13(8) | 13(10) | 16(4) | 20(3) | 7(4) | 1(0) | 0(0) | 95 (35) |
| 1 (1) | 6(0) | 13(2) | 11(7) | 13(1) | 15(8) | 14(1) | 17(3) | 7(2) | 0(0) | 99 (25) |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 401 | Ross' View, Jamaica . | 1869—73 | 18° 3′ | 76° 44′ W | 0.8 | 0.6 |
| 402 | Sanchez, San Domingo . | 1886—88 | 19 13 | 69 37 W | 0.0 | 0.0 |
| 403 | Simpson (Fort), arktisches Amerika . . . . . | 1849—51 | 62 7 | 121 33 W | Gewit | |
| 404 | Toronto, Canada . . . | 1841—71 | 43 39 | 79 23 W | 0.0 | 0.1 |
| 405 | Vancouver-Insel Summe | 3 (1857—63) | 45°-50° | 120°—150° W | 0 | 0.0 |

## F. Süd-Amerika.

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 406 | Alpina, bei Rio de Janeiro Gew. nahe | 1891 | 23° 40′ S | 43° W | 5 | 9 |
| | " fern | | | | 12 | 17 |
| | Überhaupt | | | | 7 | 26 |
| 407 | Antonio (S.) da Palmeira, Süd-Brasilien . . . | 1879 | 27 54 S | 53° 26′ W | 0 | 0 |
| 408 | Bahia Blanca, atlantische Küste von Argentinien | 1860–69 | 38 43 S | 62 20 W | 1.0 | 2.0 |
| | " " | 1870 | 38 43 S | 62 20 W | 0 | 2 |
| 409 | Bahia (Brasilien) . . . | 10 (1880—89) | | | 1.4 | 3.0 |
| 410 | Bento das Lages, Brasilien, Provinz Bahia | 1872—81 (m. Unterbr.) | 12 37 S | 38 40 W | 6.8 | 8.4 |
| 411 | Blumenau (Süd-Brasilien) | 8 Jahre | 26 55 S | 49 9 W | 8.0 | 4.8 |
| | " " | 1889 | 26 55 S | 49 9 W | 15 | 7 |
| | " " | 1890 | 26 55 S | 49 9 W | 12 | 6 |
| 412 | Bogota . . . . . . . | 3 (1848—50) | 4 35 S | 74 14 W | 12.0 | 16.0 |
| | " . . . . . . . | 2 (1880—81) | 4 35 S (circa) | 74 14 W | 0.0 | 2.5 |
| 413 | Cochabamba, Bolivien . | 1885 | 17 20 S | 65 45 W | 8 | 3 |
| 414 | Cruz (Santa), Provinz São Pedro (Siehe São Leopoldo) do Rio Grande do Sul . . . . . . | 1 (1872—73) | 29 35 S | 52 30 W | 8 | 11 |
| 415 | Curityba (Parana, Bras.) | 1889 | 25 26 S | 49 13 W | 18 | 13 |
| | " " " | 1890 | 25 26 S | 49 13 W | 13 | 7 |
| | " " " | 1891 | 25 26 S | 49 13 W | 18 | 8 |
| 416 | Donna Francisca (Süd-Brasilien) . . . . . | 4 | 26 10 S | | 6.5 | 8.5 |
| 417 | Joorge (S.) Uruguay . | 1867—68 | 32 45 S | 56 10 W | 3 | 2 |
| 418 | Joinville, Süd-Brasilien . | ? | 26 19 S | 53 48 W | 5 | 7 |
| 419 | Leopoldo (São) und Santa Cruz . . . . . . . | 1869—73 | 29 15 S<br>29 45 S | 50° 45′-53° W | 3.7 | 4.0 |
| 420 | Mendoza . . . . . . . | 1852: 1857 | 32° 51.5′ S | 67 32 W | Sommer | |
| 421 | Montevideo, Argentinien | 10 (1843—52 | 34 54 S | 56 13 W | 4.5 | 3.7 |
| 422 | Parana . . . . . . . | 1 (1858—59) | 31 43 S | 60° 32.6′ W | Sommer | |
| | | | | | 1881 | |
| 423 | Passo-Fundo, Süd-Bras. | 1880—81 | 28 13 S | 52° 12′ W | 8 | 9 |
| 424 | Paulo (S.), Brasilien . | 1887 | | | 5 | 7 |
| 425 | Pelotas, Süd-Brasilien . | 1875 | 31 46 S | 52 22 W | 5 | 6 |
| | Gew. u. Wetterleuchten | 1877 | 31 47 S | 52 19 W | 3 | 7 |
| | | | | | 1879 | |
| 426 | Quito . . . . . . . . | 1 (1878—79) | 0 14 S | 78 45 W | 10 | 8 |
| 427 | Rio de Janeiro . . . . | 20 (1851—62, 68—75) | 22 54 S | 43 20 W | 6.6 | 5.7 |
| 428 | " " . . . . . | 40 (1851—90) | 22 54 S | 43 10 W | 6.3 | 5.3 |
| 429 | San-José de Costa-Rica | 1866—75 | 9 56 S | 84 0 W | | |

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.4 | 0.4 | 5.6 | 6 2 | 8.4 | 10.0 | 11.8 | 4.6 | 1 8 | 3 2 | 53.8 |
| 1.7 | 4.3 | 10.0 | 17.0 | 14.0 | 11.7 | 14.3 | 7.0 | 5.0 | 0.0 | 85.0 |
| ter 15. Juni 1850, 27. und 31. Mai 1851 | | | | | | | | | | |
| 0.6 | 2.0 | 3.4 | 6.2 | 7.2 | 5.2 | 3.2 | 1.0 | 0.2 | 0.1 | 29.2 |
| 0 | 0 | 1 | 3 | 2 | 4 | 0 | 0 | 0 | 2 | 12 |

**F. Süd-Amerika.**

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 5 | 1 | 1 | 30 |
| 9 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 8 | 10 | 12 | 78 |
| 13 | 8 | 1 | 1 | 0 | 0 | 5 | 13 | 11 | 13 | 108 |
| 4 | 0 | 1 | 3 | 3 | 1 | 2 | 2 | 3 | 5 | 24 |
| 1.0 | 0.9 | 0.9 | 0.3 | 0.3 | 0.5 | 1.0 | 1.9 | 1.1 | 1.9 | 12.8 |
| 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 1 | 9 |
| 3.9 | 1.9 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.0 | 0.1 | 0.5 | 1.6 | 1.2 | 13.9 |
| 9.5 | 3.6 | 1.2 | 0.7 | 0 2 | 0.0 | 0.5 | 2.7 | 7.3 | 5.2 | 46.1 |
| 6.0 | 1.9 | 1.6 | 1.0 | 2.4 | 3.1 | 4.9 | 3.5 | 4 8 | 7.2 | 49.2 |
| 10 | 2 | 4 | 0 | 3 | 4 | 5 | 3 | 5 | (16) | 74 |
| 9 | 2 | 2 | 1 | 2 | 5 | 9 | 5 | 2 | 6 | 61 |
| 12.0 | 18.5 | 9.3 | 4 0 | 2.5 | 2 0 | 5.0 | 16 5 | 18.0 | 16.5 | 132.3 |
| 4.5 | 5.0 | 5.5 | 0.0 | 0.0 | 0.5 | 1 0 | 9.0 | 6 5 | 4.0 | 38.5 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 2 | 2 | 3 | 9 | 30 |
| 1 | 5 | 2 | 6 | 4 | 5 | 5 | 0 | 3 | 3 | 1873 Jahr (nicht für ganzes Jahr) |
| | | | | | | | 10 | 3 | 9 | |
| 8 | 8 | 6 | 1 | 1 | 9 | 6 | 5 | 7 | 14 | 96 |
| 7 | 1 | 3 | 0 | 1 | 6 | 11 | 5 | 5 | 13 | 72 |
| 9 | 3 | 1 | 7 | 4 | 3 | 8 | 8 | 6 | 6 | 81.0 |
| 9.2 | 4.0 | 1.0 | 1.5 | 5.7 | 4.0 | 2.5 | 5.5 | 5.0 | 7.0 | 60.4 |
| 6 | 5 | 3 | 0 | 3 | 5 | 2 | 6 | 7 | 3 | 45 |
| 4 | 3 | 4 | 1 | 2 | 4 | 6 | 3 | 5 | 2 | 46 |
| 3.0 | 2.0 | 1.7 | 3.3 | 2.7 | 4.7 | 4 3 | 5.0 | 2.7 | 4.3 | 41.4 |
| 15 | Herbst 1 | | | Winter 0 | | | Frühling 3 | | | 19 |
| 2.6 | 2.9 | 3.7 | 3.3 | 2.8 | 2.3 | 2.6 | 4.0 | 2.3 | 5.1 | 39.8 |
| 12 | Herbst 7 | | | Winter 2 | | | Frühling 11 | | | 32 |
| | | | | | | | | 1880 | | |
| — | 6 | 4 | 4 | 13 | 6 | 8 | 6 | — | — | 39 |
| 3 | 3 | 2 | 1 | 1 | 0 | 6 | 5 | 1 | 5 | 33 |
| 3 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 3 | 2 | 3 | 4 | 53 |
| 5 | 7 | 1 | 2 | 6 | 3 | 3 | 5 | 6 | 5 | 111 |
| | | | | | | | 1878 | | | |
| 14 | 21 | 18 | 11 | 4 | 3 | 4 | 8 | 5 | 5 | 28.8 |
| 3.7 | 1.5 | 1.0 | 0.4 | 0.4 | 0 7 | 1.3 | 1.8 | 2.8 | 2.9 | 30.0 |
| 3.8 | 2.2 | 0.6 | 0.3 | 0 4 | 0.6 | 1.4 | 2.1 | 2.7 | 4.3 | 34 |

### F. Süd-Amerika.

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 428 | San José Plateau v. Costa-Rica . . . . . | 1868—70 (im Jahre 1869 Januar—Juni) | 9° 54′ | 84° 7′ W | 0.0 | 0.0 |
| | „ de Costa-Rica . . | 1866—80 | 9 56 | 84 8 W | | |
| | „ „ . . | 1875 | 9 56 | 84 0 W | 0 | 0 |
| | „ „ . . | 1890 | 9 56 | 84 8 W | 0 | 0 |
| 429 | São Paulo (Brasilien) . | 1887 | 23°36′S | 46 35 W | 5 | 7 |
| | „ „ „ . | 1888 | 23 36 S | 46 35 W | 1 | 8 |
| | „ „ „ . | 2 (1889—90 | 23 33 S | 46 38 W | 17<br>16 | 9<br>9 |
| 430 | Stanley-Hafen, Falkland-Inseln . . . . . | 3 (1875—77) | 51 41 S | 57 51 W | 1.0 | 1.0 |
| 431 | Taquara, Brasilien (deutsche Kolonie Mundo Novo) . . . . . . | 1870—71 (13 Monate) | 29 40 S | 50 47 W | 2.5 | 4.5 |
| 432 | Tatuhy, Brasilien . . . | 2 (1889—92) | 23 27 S | 47 46 W | 4<br>7 | 6<br>11 |
| 433 | Valdivia, Chile . . . . | 1871—72 | 39 49 S | 73 16 W | 0.4 | 0.5 |

### G. Australien.

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 434 | Brisbane, Queensland . . | 1880 | 27°28′S | 10h 12.7″ | 2 | 2 |
| | „ „ . . | 1889 | 27 28 S | 10 12.7 | 7 | 5 |
| 435 | Hatzfeldthafen, Kaiser Wilhelmsland, Neu-Guinea. Wetterleucht.<br>Gewitter . . | 1886—87 | 4 24 S | 145° 14° | 15<br>9 | 7<br>5 |
| 436 | Levuka, Fidschi-Inseln, Ovalau . . . . . | 1861—62 | 17 41 S | 178° 52′ | 5.5 | 6.0 |
| 437 | Perth, Westaustralien . | 1880 | 31°57.4′S | 115 52 | 3 | 1 |
| 438 | Sydney . . . . . . | 1871—75 | 33°51′S | 151 11 | 2.8 | 4.0 |
| 439 | Weasisi, Tana, Neue Hebriden . . . . . | 1887 | 19 28 S | 169 23 | 5 | 5 |

**Eine kugelblitzförmige Erscheinung, die durch Induktion entstanden ist.** Am Nachmittage des 1. November 1892 schlug der Blitz zu Rom in die Kirche di S. Giovanni della Malva ein, ohne besonders grossen Schaden anzurichten. Etwa 200 *m* von der Kirche entfernt befindet sich der Palast der Accademia dei Lincei, in dem Prof. Mancini zu dieser Zeit mit Arbeiten beschäftigt war. Das heraufziehende Gewitter hatte eine solche Dunkelheit erzeugt, dass er die Arbeit unterbrechen musste und kurze Zeit unbeschäftigt am Fenster stand, den Himmel betrachtend; ein Krach und ein blendendes Licht draussen deuteten an, dass ein Blitz in der Nähe eingeschlagen habe. Fast in demselben Momente mit einem Intervalle von kaum ½ Sekunde nahm Mancini deutlich wahr, dass ein Körper über und in kurzer Entfernung von seinem Kopfe sich mit starker Detonation in kleine Funken auflöste.

Mancini ist der Ansicht, dass das von ihm beobachtete Phänomen eine durch die starke elektrische Entladung in der Nähe des Fensters hervorgerufene Induktionserscheinung war; ebenso hält er

**F. Süd-Amerika.**

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.3 | 1.3 | 5.7 | 6.0 | 3.5 | 7.0 | 9.0 | 3.5 | 2.0 | 1.0 | 34.8 |
| | | | | | | | | | | 33.1 |
| 0 | 1 | 3 | 1 | 1 | 5 | 0 | 2 | 1 | 0 | 14 |
| 3 | 1 | 10 | 7 | 7 | 2 | 4 | 5 | 3 | 0 | 42 |
| 3 | 3 | 2 | 1 | 1 | 0 | 6 | 5 | 1 | 5 | 39 |
| 6 | 1 | 6 | 0 | 1 | 2 | 2 | 6 | 5 | 8 | 46 |
| 4 | 3 | 3 | 0 | 0 | 5 | 4 | 4 | 8 | 0 | 57 |
| 6 | 2 | 2 | 0 | 2 | 1 | 4 | 0 | 4 | 11 | 52 |
| 0.3 | 0.0 | 0.3 | 0.3 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.0 | 3.9 |
| 2.5 | 2.5 | 1.5 | 2.0 | 2.0 | 4.0 | 2.0 | 7.0 | 2.5 | 3.5 | 36.5 |
| 5 | 0 | 5 | 0 | 0 | 1 | 3 | 5 | 7 | 3 | 42 |
| 3 | 0 | 2 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 3 | 30 |
| 0.6 | 0.6 | 1.8 | 1.9 | 1.2 | 0.9 | 0.7 | 0.8 | 0.4 | 0.5 | 10.3 |

**G. Australien.**

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 | 1 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 8 | 8 | 10 | 44 |
| 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 3 | 7 | 2 | 5 | 6 | 42 |
| 9 | 6 | 4 | 9 | 5 | 11 | 10 | 3 | 3 | 7 | 89 |
| 11 | 10 | 10 | 6 | 6 | 7 | 4 | 7 | 10 | 12 | 97 |
| 12.0 | 7.0 | 2.5 | 0.5 | 0.5 | 1.0 | 0.5 | 0.5 | 1.5 | 4.5 | 24.0 |
| 1 | 2 | 0 | 2 | 1 | 3 | 1 | 0 | 2 | 0 | 16 |
| 1.8 | 1.0 | 1.4 | 0.6 | 0.4 | 1.6 | 1.2 | 4.2 | 5.0 | 3.0 | 27.0 |
| 2 | 5 | 1 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 23.0 |

es für offenbar, dass es sich um ein den Kugelblitzen ähnliches Phänomen gehandelt habe. Er hebt hervor, dass über das Dach des Akademiegebäudes zahlreiche Telephondrähte hinziehen, und dass über dem Tische, an dem er stand, eine Gaslampe sich befindet, welche das Ende einer der zahlreichen Verzweigungen der Bleileitung bildet. Demnach befand sich der Körper, welcher explodierte, in einiger Entfernung von der Lampe; und die Ausbreitung der Funken um ein Zentrum schliesst noch mehr die Möglichkeit aus, dass es sich um einen Funken gehandelt habe, der zwischen der metallischen Leitung der Lampe und einem anderen Körper in der Nähe übersprang. Das Explosionsgeräusch, welches dem Knalle des Blitzes folgte, konnte sehr gut von letzterem unterschieden werden; da Mancini infolge der unerwarteten Explosion über seinem Kopfe aufgesprungen war, weiss er nicht, ob er eine elektrische Erschütterung erfahren habe oder nicht.

Die Existenz von Kugelblitzen kann nach den Experimenten Planté's nicht mehr bezweifelt werden; man darf daher vorstehende

Beobachtung als einen weiteren Beleg zu den noch immer spärlichen Beobachtungen dieser Form des Blitzes betrachten. Eine besondere Bedeutung dürfte aber dem vorliegenden Falle zukommen, weil hier zum ersten Male gesehen wurde, dass eine durch das Einschlagen eines Blitzes veranlasste Induktion die Gestalt eines Kugelblitzes annehmen kann [1]).

**Die Gewitterforschung an der bayerischen meteorologischen Zentralstation** seit dem Jahre 1879, ist in einem Berichte an den internationalen Meteorologenkongress anlässlich der Weltausstellung in Chicago von Franz Horn dargestellt worden. [2]) Die Ergebnisse dieser Forschungen sind nach dem erwähnten Berichte im wesentlichen folgende:

Schon im Jahre 1884 wurde als ein interessantes Ergebnis die Thatsache festgestellt, dass aufeinanderfolgende Jahre hinsichtlich ihrer Gewitter einen ganz bestimmten Charakter zeigen. Die nachfolgende Zusammenstellung giebt ein kurzes Bild von der im Laufe der Beobachtungsjahre stattgehabten Veränderung im Charakter der Gewitter.

1879: Bei west-östlichem Fortschreiten grosse Frontentwickelung, kartographisch leicht darzustellen und zu verfolgen.
1880: Zahlreiche Fälle des Fortschreitens von Ost nach West, geringere Frontentwickelung
1881: Wenig Ostgewitter, Entstehungsherde vieler Gewitter im Lande selbst nachweisbar. weitere Entwickelung gut verfolgbar.
1882: Etwas geringere Häufigkeit, verschiedene sehr ausgedehnte und charakteristisch entwickelte Gewitter
1883: Eine über das ganze Land verbreitete, sehr ausgesprochene Neigung zur Gewitterbildung, Unzahl einzelner Herde, an denen rasch nach einander immer wieder von neuem Gewitter gebildet wurden.
1884: Wieder meist massenhaft auftretende und von verschiedenen einzelnen Herden ausgehende kleine Gewitter.
1885: Ausgedehntere und über grössere Strecken hin verfolgbare Gewitter häufiger.
1886: Gleichzeitiges Auftreten vieler Gewitter bei geringerer Frontentwickelung.
1887: Gewitter mit grosser Front äusserst selten, Auftreten zahlreicher kleinerer Gewitterzüge, die aber doch wenigstens über eine Stunde verfolgbar waren.
1888: Vermehrte Anzahl kleiner Züge, verworrenes Gepräge.
1889: Charakter vom Vorjahre noch schärfer ausgesprochen, noch mehr kleine Gewitterzüge, ausserordentlich grosse Anzahl von Ostgewittern.
1890: Kleinere Gewitterzüge treten etwas zurück, häufigeres Auftreten grösserer, leicht erkennbarer Gewitterzüge, viele Wintergewitter, Zahl der Ostgewitter in Abnahme.
1891: Erratische Gewitter nehmen ab, Frontgewitter treten etwas mehr hervor. Isobronten leichter konstruierbar

Aus obigem geht hervor, dass man es mit dem Wechseln zweier vollständig verschiedener Typen von Gewitterzügen, der „Frontgewitter“ und der „erratischen Gewitter“, zu thun hat. Die ersteren waren zu Beginn des vorigen Dezenniums vorherrschend, die anderen in dessen zweiter

---

[1]) Naturwissenschaftl. Rundschau 1892. Nr. 5.

[2]) Beobachtungen der meteorologischen Stationen im Königr. Bayern, herausgegeben von Carl Lang und Fritz Erk. **14.** 1892.

Hälfte, während die Jahre 1883 bis 1885 mit dem verstärkten Auftreten von Gewitterherden eine Übergangsstufe darstellten. In den Jahren 1890 und 1891 ist dagegen eine deutliche, wenn auch ganz langsame Rückkehr zu den Verhältnissen vor 1886 ausgesprochen.

Bezüglich des Zusammenhanges von Gewitter und Hagel mag die Bemerkung vorangestellt werden, dass sich im Jahre 1887 bereits ergeben hat, dass die Hagelschläge zeitlich stets mit Gewittern zusammenfallen; ebenso die Thatsache, dass kein Hagelschlag ohne Gewitterentladung aufritt.

Die Gewitterhäufigkeit erfährt vom Jahre 1879—1884 eine Minderung, steigt dann sehr erheblich bis 1889, um hiernach bis zur Gegenwart wieder langsam abzunehmen. Die Hagelhäufigkeit erreicht ihr absolutes Maximum erst im Jahre 1890 (das aber gegen das Vorjahr nur unbedeutend höher ist), im übrigen gehen die beiden Kurven, welche den säkularen Verlauf beider Erscheinungen veranschaulichen, vollständig parallel.

Doch zeigt sich, dass bezüglich des Auftretens der elektrischen Vorgänge nennenswerte Unterschiede zwischen der kälteren und wärmeren Jahreszeit sich geltend machen. Sowohl der säkulare wie tägliche Verlauf der Gewitter und des Hagels ist für beide Jahreshälften ein verschiedener, und zwar zeigt sich der säkulare Gang für die Wintermonate entgegengesetzt demjenigen des ganzen Jahres und damit der übrigen Jahreszeiten.

Bezüglich der Häufigkeit speziell der Wintergewitter dürfte die grössere oder geringere Nähe der Depressionsbahnen für das Beobachtungsgebiet massgebend sein.

Die Veränderungen in der Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Gewitter von Jahr zu Jahr sind derart gewesen, dass von 1879—1884/85 eine Zunahme, von da bis 1889 aber eine Abnahme stattfand, und nunmehr wieder eine Steigerung erfolgt.

Diese säkulare Schwankung findet ein Analogon in einer während dieser Zeit stattgehabten Verlagerung der Depressionsbahnen IV und V von mehr maritimer zu kontinentaler Lage und von 1884/85 wieder in die ursprüngliche Stelle zurück, um vom Jahre 1890 an dieses Wechselspiel wahrscheinlich zu wiederholen.

1879 und 1888, d. h in den 2 Jahren, die nahezu einem Minimum der Sonnenflecken entsprechen, war die Depressionsbahn IV am weitesten gegen Nord- und Ostsee, V am weitesten gegen das Mittelmeer zurückgewichen, während gleichzeitig die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Gewitter ein Minimum betrug, 1884/85, d. h. zu jener Zeit, welche auf ein Maximum der Sonnenflecken folgt, durchschnitten die Depressionsbahnen dagegen Mitteleuropa von W nach O in seinen zentraleren Lagen, und betrug gleichzeitig die Geschwindigkeit der Gewitterfortpflanzung ein Maximum.

Man gelangte damit bezüglich dieses Elementes in der Gegenwart wieder zu jenem Verhalten, welches um den Beginn der Beobachtungen bestand, so dass also, ebenso wie dem Maximum der Sonnenfleckenhäufigkeit gegen die Mitte der achtziger Jahre ein Höhepunkt der Gewittergeschwindigkeit folgte, im Jahre 1889 als dem Zeitraume geringster Sonnenfleckenhäufigkeit auch ein Minimum der besagten Geschwindigkeit entsprach, um nun vermutlich wieder mehrere Jahre lang anzusteigen.

Im jährlichen Gange der Gewitterhäufigkeit spricht sich schon bei der einfachen Trennung nach Monaten das Vorhandensein eines Doppelmaximums deutlich aus. Besser charakterisiert sich der Verlauf bei einer Scheidung nach Pentaden Hier zeigt sich, abgesehen von dem bekannten Doppelmaximum (im Juni und Juli), das letztere in 2 Teile gespalten mit einer ersten Erhebung zu Anfang des Monats und einer zweiten in der Zeit der vorletzten Pentade. Von da ist ein steiler Abfall bis zur zweiten Pentade des August zu bemerken, dann tritt noch einmal ein sekundäres Maximum um die Mitte dieses Monats auf.

Der Gang der Hagelfallhäufigkeit ist der gleiche; nur ist zu bemerken, dass sich das erste Maximum zu Ende des Frühjahrs zum absoluten gestaltet; sekundäre Erhebungen bestehen ferner im März und November, die aber auch bei den Gewittern angedeutet sind.

Die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Gewitter ist im Winterhalbjahre eine grössere als im Sommer, und zwar nimmt sie vom Winter bis zum April und Mai, also der Zeit, da Süddeutschland vielfach unter dem Einflusse von Mittelmeerdepressionen steht, rasch ab und erreicht in diesen beiden Monaten ein Minimum. Von da ab steigt sie dann wieder langsam, nur durch eine Abnahme im September unterbrochen, bis gegen die Wintermonate hin an. Auch dieses sekundäre Minimum der Fortpflanzungsgeschwindigkeit im September fällt mit der Zeit einer grösseren Häufigkeit von Depressionen über dem Mittelmeerbecken zusammen. Es sind gerade die Frühlings- und Herbstmonate, auf welche sich die aus östlicher Richtung kommenden Gewitter fast ausschliesslich beschränken.

Einer mittleren Fortpflanzungsgeschwindigkeit im Sommer von 43.3 *km* pro Stunde steht im Winter eine solche von 51.2 *km* gegenüber. (Mittelwert aus 1880—1889)

Die Zahl der Gewittermeldungen, welche auf je eine Hagelfallmeldung entfallen, ist im Sommer weitaus am grössten, in den beiden Übergangszeiten, Frühling und Herbst, ist sie nahezu gleich und beträgt ungefähr nur die Hälfte derjenigen, welche im Sommer erforderlich ist, im Winter endlich erscheint sie am kleinsten.

Man stünde also hier vor der Thatsache, dass die Wahrscheinlichkeit, dass ein Gewitter zugleich von Hagel begleitet ist, im Winter weitaus am grössten ist.

Bezüglich der geographischen Ausdehnung des Hagels scheint in den Frühlings- und Herbstmonaten die Art und Weise des Hagelfalls eine andere zu sein als im Sommer. Zu ersterer Zeit fällt der Hagel ausgedehnter, zu letzterer dichter, d. h. er verbreitet sich über eine verhältnismässig grössere Fläche als zur wärmeren Jahreszeit.

Schon in den ersten Jahren der Beobachtungen konnten im täglichen Verlaufe der Gewitterhäufigkeit 2 Maxima nachgewiesen werden, das absolute am Nachmittage und ein anderes in den frühen Morgenstunden. Das Hauptmaximum am Nachmittage, ein bis 2 Stunden nach dem Eintritte der höchsten Temperatur, glaubte man bei dem engen Zusammenhange der Gewitter- und Wärmeerscheinungen hinreichend erklärt, nicht so aber dasjenige während der Nachtstunden.

Die grösste Gewitterhäufigkeit fällt während des ganzen Jahres auf den Nachmittag Im Winter tritt sie zwischen 2—3$^{h}$ p m. ein, eine Stunde früher als während der Sommermonate. Das sogenannte Frühmaximum kann alljährlich konstatiert werden, doch schwankt sein Auftreten in den einzelnen Jahren ausserordentlich (zwischen Mitternacht und 7$^{h}$ a. m.). Das nachmittägige Maximum im Winter erfährt eine Zweiteilung, so dass neben dem Hauptmaximum zwischen 2—3$^{h p m}$ ein weiteres sekundäres zwischen 4 — 5$^{h}$ p. m. auftritt

Der tägliche Gang der Hagelfallhäufigkeit ist mit jenem der Gewitter identisch. Die Hagelfallswahrscheinlichkeit für die einzelnen Tagesstunden zeigt sich im Jahresmittel äusserst gering. Im Winter dagegen erreicht sie einen ziemlich beträchtlichen Wert, und in dieser Jahreszeit sind die Gewitter während der Vormittagsstunden am ehesten von Hagel begleitet.

Bezüglich des täglichen Ganges der Gewitterhäufigkeit in den einzelnen Jahreszeiten sei noch bemerkt. dass das sekundäre Maximum in der kalten Jahreszeit keineswegs zum Hauptmaximum wird, dass vielmehr dieses letztere stets auf den Nachmittag fällt. Ferner ist in beiden Jahreshälften die Zahl der elektrischen Entladungen, welche bei Tage auftreten, weitaus die überwiegende In den Sommermonaten ist das Zurücktreten der Nachtgewitter allerdings ein noch entschiedeneres.

Der tägliche Gang der Gewitterfortpflanzungsgeschwindigkeit zeigt, dass ein Maximum um Mitternacht, ein Minimum etwa um die Mittagszeit besteht.

Bezüglich der geographischen Verteilung der Gewitterhäufigkeit in Bayern findet man im allgemeinen eine Zunahme von Nord nach Süd. Die Verteilung in west-östlicher Richtung lässt zuerst eine Abnahme, dann wieder eine Mehrung von West nach Ost erkennen.

Die geographische Verteilung der Hagelfallshäufigkeit bietet das gleiche Bild wie jenes für die Gewitter.

Bei den in den letzten Jahren mit dem umfangreicheren Materiale durchgeführten Untersuchungen fiel der verfrühte Eintritt des Maximums des Hagelfalls in Baden auf. Bei einem näheren Eingehen auf diesen Umstand zeigte sich, dass überhaupt für die westlicheren Teile Süddeutschlands die grösste Hagelfallhäufigkeit früher als in den weiter nach Osten gelegenen Gebieten eintritt, und zwar schon in den Frühjahrsmonaten.

Die geographische Lage macht sich auch bei der Verteilung der Gewitter nach den einzelnen Tagesstunden geltend. Es zeigt sich, dass beim Fortschreiten von West nach Ost eine Verspätung des Eintritts der grössten Gewitterhäufigkeit gegen die Abendstunden stattfindet.

Die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Gewitter beträgt in Süddeutschland nach zehnjährigem Durchschnitte 38.4 *km* per Stunde. Dabei nehmen die Gewitterzüge vom Main bis zu den Alpen an Geschwindigkeit ab.

Die meisten Gewitter ziehen aus W und WSW, und ist deren Zugsgeschwindigkeit grösser als die irgend einer anderen Herkunftsrichtung.

Gewisse Örtlichkeiten sind zur Gewitterbildung besonders geeignet, so dass man sie als eigentliche Gewitterherde bezeichnen kann. In den ersten Beobachtungsjahren lagen dieselben zu dieser Zeit am dichtesten am Alpenrande.

Nachdem 1881 auf den Zusammenhang zwischen der Luftdruckverteilung, Temperatur und den Gewittern hingewiesen worden war, betonte man im folgenden Jahre als für die Gewitterbildung günstig das Nachstehende:

Gewitter entstehen vorzugsweise dann, wenn bei hohen Temperaturen nur geringe Unterschiede im Luftdrucke vorhanden sind, die Verteilung desselben jedoch im einzelnen eine unregelmässige ist, so dass sich flache, lokale Depressionen, Sattellinien oder Furchen zeigen, und zugleich die herrschende Windstille die Steigerung solcher örtlichen Verschiedenheiten begünstigt.

Unter solchen Bedingungen bilden sich besonders an Stellen, welche eine starke Erwärmung begünstigen und zugleich genügend Feuchtigkeit zu liefern vermögen (Gewitterherde), einzelne Gewitterwolken, die bei mässiger Entwickelung die Entstehung örtlicher, von einem Zentrum aus nach verschiedenen Seiten allmählich, jedoch meist nur mässig an Ausdehnung gewinnender Gewitter zur Folge haben.

Entstehen viele solche Einzelgewitter gleichzeitig, so können sie sich zu einem grossen verbinden. Dasselbe hat, sofern man wesentlich jenen Raum ins Auge fasst, über welchem elektrische Entladungen gleichzeitig stattfinden, im allgemeinen die Gestalt eines schmalen Bandes, welches senkrecht auf der Fortpflanzungsrichtung des Gewitters steht. Für verschiedene Gewittertage wurden im Jahre 1880 auch die Linien gleichzeitigen letzten Donners gezogen. Betrachtet man die einem bestimmten Zeitpunkte angehörige Linie ersten und letzten Donners, so entspricht der zwischen beiden gelegene Streifen dem Gebiete, über welchem gleichzeitig elektrische Entladungen stattgefunden haben. Verschiedene, unter diesem Gesichtspunkte angestellte Untersuchungen hatten das Obige ergeben. Daran anschliessend wurden im gleichen Jahre (1882) die folgenden Bemerkungen niedergelegt:

Da die meisten Gewitter von W nach O fortschreiten, so läuft dieses Band in den meisten Fällen den Meridianen parallel, d. h. die Mehrzahl der grossen Gewitter zieht in der Form eines von N nach S verlaufenden schmalen Bandes von W nach O über das Beobachtungsgebiet hinweg

Bei Ausnahmefällen, in welchen andere Zugrichtungen eingeschlagen wurden, zeigte sich, dass es sich alsdann regelmässig um eine ungewöhnliche Lage der das betreffende Gebiet gerade beherrschenden Depressionen handelte

An dem vorderen Rande des Gewitters bestehen eigentümliche Luftdruck- und Temperaturverhältnisse.

Der Luftdruck erfährt nämlich, wenn man sich dem Rande von dem noch nicht vom Gewitter erreichten Gebiete aus nähert, eine ganz plötzliche Steigerung und die Temperatur einen ebenso schroffen Abfall.

Der vordere Rand des Gewitters scheidet also ein Gebiet höheren Druckes scharf von einem solchen niedrigen Druckes und ebenso ein Gebiet niedriger Temperatur von einem solchen mit höherer.

Diese eigenartige Luftdruckverteilung, bei welcher man es mit einem stufenartigen Abfalle oder mit einem Steilrande zu thun hat, dürfte auch die Abweichung von dem Buys-Ballot'schen Gesetze erklären, wonach bei meridionalem Verlaufe dieses Steilrandes der Wind der Richtung grössten Gefälles folgt.

In den Beobachtungen von 1880 wurde bemerkt, dass man bei den im genannten Jahre ziemlich häufigen Gewittern mit ost-westlicher Zugrichtung jederzeit das Vorhandensein einer Depression südlich oder südöstlich vom Beobachtungsgebiete nachweisen konnte. Dies führte dann im Zusammenhalte mit den übrigen Ergebnissen der Untersuchungen über Gewitter im Jahre 1884 zur Aufstellung nachstehender Sätze:

Die Gewitter, sofern sie nicht Begleiter heftiger Cyklonen sind, was hier selten, entstehen, wenn bei ruhiger Luft lokal bedeutende Temperaturdifferenzen und damit lokale barometrische Depressionen auftreten, die sich an den nur von 5 zu 5 *mm* gezogenen Isobaren meist nur als unregelmässige Aus- und Einbiegungen bemerkbar machen, die jedoch bei mehr ins Einzelne gehenden Isobarenkarten auch deutliche Zentren erkennen lassen. Diese kleinen Depressionen erscheinen meistens nur als Teile oder Ausläufer grosser Depressionsgebiete, die aber so flach sind, dass sie an der Erdoberfläche keinen bemerkenswerten Wind hervorrufen.

Die Fortpflanzung der Gewitter erfolgt jedoch im allgemeinen ohne Rücksicht auf die die Teildepressionen umkreisenden Winde in jenem Sinne, wie es der wohl nur in etwas höheren Regionen bemerkbare Wind der grossen Depression verlangt, d. h. die Gewitter schreiten von W nach O weiter, sowie die kleinen Depressionen als Teile einer im Norden gelegenen grösseren zu betrachten sind, sie schreiten von O nach W weiter, sowie sie einem Depressionsgebiete angehören, dessen Zentrum im Süden liegt. Der letztere Fall ist verhältnismässig selten.

Für die hauptsächlich zu Anfang des vorigen Dezenniums auftretenden grossen Gewitterzüge gilt wohl die Behauptung, dass ihre Fortpflanzungsrichtung gleichsam nur auf die Hauptdepression Bezug nimmt. Nicht ganz so verhält es sich jedoch bei dem Erscheinen der zahlreichen, lokal beschränkten elektrischen Entladungen. Dieselben verdanken ihre Entstehung kleinen Luftwirbeln, von welchen gleichzeitig mehrere über dem eigentlich doch nur mässig grossen Beobachtungsgebiete nachgewiesen werden konnten. Die einzelnen Gewitterzüge gruppierten sich dann um die ihnen nächstliegende oder zugehörige Teildepression und umkreisten sie im Sinne des Buys-Ballot'schen Gesetzes. Bereits im Jahre 1886 wurde in einigen hervorragenden Beispielen auf den eben besprochenen Umstand aufmerksam gemacht. Im besonderen bot aber neben anderen Jahrgängen vorzugsweise das Jahr 1889 Gelegenheit, den engen Zusammenhang zwischen den Luftdruckminimis und den Gewittern zu studieren.

Es wurde darauf hingewiesen, dass in dem früher aufgefassten Sinne ein Unterschied zwischen Wirbel- und Wärmegewittern nicht vorhanden sei. Gerade wie erstere im Gefolge eines grösseren Gebietes niederen Druckes, einer ausgedehnteren Depression auftreten, ebenso sind, in der gleichen Weise, letztere an Wirbelerscheinungen (kleine Teilminima) gebunden.

Der innigen Beziehung der Temperatur und der Gewitter geschah bereits zu Beginn der Beobachtungen Erwähnung. Ein Vergleich des jährlichen Ganges der Gewittererscheinungen mit jenem der Temperatur lässt eine auffallende Übereinstimmung in dem Verlaufe beider Kurven erkennen. Jedem Ansteigen der Temperatur entspricht eine Zunahme der Gewitter, jedem Kälterückfalle eine Abnahme derselben.

Bei der Erwähnung der die Gewitterbildung begünstigenden Umstände wurde auch der Notwendigkeit einer genügenden Feuchtigkeitsmenge gedacht. Es wurde ausgesprochen, dass von der Spannung des in der Luft enthaltenen Wasserdampfes, d. h. des Dunstdruckes, die Gewitterbildung ganz besonders abhängig zu sein scheint. Bei den Untersuchungen einzelner Gewittertage tritt denn auch der kausale Zusammenhang zwischen den Gewittern und der räumlichen Verteilung der absoluten Feuchtigkeit deutlich hervor. Dieselben entstehen in einem Maximum der absoluten Feuchtigkeit, bewegen sich innerhalb desselben fort und weichen einem Maximum entschieden aus. Das Auftreten eines von elektrischen Ladungen vollständig unberührten geographischen Bezirkes an einem gewitterreichen Tage deckt sich in der Regel mit einem Gebiete geringer Tension. Die Gestaltung der Isohygren lässt deutlich einen Einfluss auf die Isobronten erkennen. Man sieht, dass die Gewitterfront gegen ein Maximum der absoluten Feuchtigkeit oft einen sehr energischen Vorstoss macht, während ein Minimum ein Zurückbleiben derselben veranlasst; ja stellenweise zeigen sich in demselben die Isobronten ganz unterbrochen, ein deutlicher Beweis dafür, dass auch trotz hoher Temperatur ein geringer Feuchtigkeitsgehalt der Luft dem Zustandekommen elektrischer Entladungen ein wesentliches Hindernis entgegensetzt.

Bezüglich der Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Gewitter sei noch bemerkt, dass dieselben um so rascher ziehen, je beträchtlicher die Frontentwickelung ist.

Über die Art und Weise der Fortpflanzung des Gewittersturmes gewinnt man ein Bild, wenn sämtliche Punkte, an welchen die Böe zu der nämlichen Zeit eintrat, durch Linien verbunden werden, welche man kurzweg als Sturmlinien bezeichnen kann. Dieselben zeigen eine von den Isobronten etwas verschiedene Gestalt; obgleich sie im grossen und ganzen die gleiche Richtung wie diese besitzen, verlaufen letztere doch weniger unregelmässig; auch weicht die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Böe in den einzelnen Phasen der ganzen Gewittererscheinung von derjenigen der Isobronten etwas ab, zum Teile laufen die Sturmlinien vor den Isobronten her, zum Teile bleiben sie hinter denselben zurück; einerseits bricht also der Sturm vor dem Gewitter los, anderseits kurz nach Beginn desselben. Diese Unterschiede dürften wohl darin begründet sein, dass die Fortbewegung der beiden Erscheinungen, obgleich sie im ganzen mit einer Depression in Verbindung stehen, im einzelnen von verschiedenen Ursachen abhängig ist: auf die Entwickelung der Gewitter, auf die oft ausgebuchtete und gewundene Form der Isobronten sind wohl wesentlich lokale Verschiebungen in der Verteilung der absoluten Feuchtigkeit von Einfluss; bei der Bewegung der Luft dagegen, wie sie hier an der Erdoberfläche beobachtet wird, macht sich doch in starkem Masse die Gestaltung der letzteren geltend.

Bezüglich des Wetterleuchtens bestätigten die Untersuchungen sehr bald die Anschauung, dass man es beim Wetterleuchten eben nur mit dem Wiederscheine ferner Blitze, bezw. Gewitter zu thun habe.

Über die Beziehungen zwischen dem Hagelfalle und den Gewittern sei noch folgendes hervorgehoben:

Ein Charakteristikum der elektrischen Entladungen, welche von starken Hagelfällen und Regengüssen, bezw. Wolkenbrüchen begleitet sind, ist die Thatsache, dass die Gewitter rasch auf einander folgen, wobei ein später entstandenes des öfteren seinen Vorgänger überholt. Man hätte es also hier, bei dem Auftreten von Hagelfällen, mit 2 Luftströmungen von verschiedener Geschwindigkeit zu thun, welche sich teils in derselben Bahn fortbewegen können, teils auch in ihren Richtungen sich kreuzen.

Diese Sätze wurden 1887 ausgesprochen, und dieselben können nach den zahlreichen Untersuchungen der folgenden Jahre dahin ergänzt werden, dass bei jedem Hagelfalle mindestens 2 Gewitterzüge nachgewiesen werden können. Schon seit mehreren Jahren wurde gerade auf diesen Punkt ein besonderes Augenmerk gerichtet, und es fand sich zu jeder Zeit diese Thatsache bestätigt. Man kann sogar aus jeder einzelnen Hagelmeldung, welche man von irgend einer Station erhält, mit Sicherheit schliessen, dass dann über die betreffende Gegend mindestens zwei Gewitter hinweggezogen waren.

Der Hagelfall tritt nach dem Ausbruche des Gewitters ein, d. h. nach dem Zeitpunkte, an welchem der erste Donner vernommen wurde.

Weder Gewässer, und zwar Flüsse wie Seen, noch auch Waldflächen bilden einen Schutz gegen Hagelfälle. Es lässt sich erkennen, dass der Hagel nicht etwa bloss an Waldrändern oder über Parzellen auftritt, sondern dass auch zentral gelegene Waldpartien verhagelt werden.

Schliesslich wurden auch Flächen gleichzeitigen Hagelschlags dargestellt. Ihre verschiedene Gestalt, die Einschnürung und Erweiterung derselben stimmt mit der Form der zugehörigen Flächen gleichzeitigen Donners überein. Nun ist klar, dass über derjenigen Gegend, wo diese Flächen breiter sind, mehr Hagel gefallen ist als dort, wo sie sich sehr einengen: der erwähnte Umstand über das Verhalten der beiden Flächensysteme lässt daher den Schluss zu, dass hier ein Zusammenhang zwischen der Hagelfallsintensität und der elektrischen Intensität vorhanden ist. Ferner ist die Wahrnehmung zu konstatieren, dass in den einzelnen Phasen des Gewitterzuges eine Einschnürung der Streifen einem wesentlichen Anwachsen der Fortpflanzungsgeschwindigkeit und umgekehrt entspricht. Diese Thatsache ist auch wohl in Einklang mit der bekannten zu bringen, dass ein Maximum der Gewitterfortpflanzungsgeschwindigkeit mit einem Minimum der Hagelfallhäufigkeit zusammenfällt.

Noch sei einer Untersuchung über säkulare Schwankungen der Blitz- und Hagelgefahr gedacht.

Hiernach fallen Maxima der Sonnenflecken mit geringer Häufigkeit verheerender Blitze und Hagelschläge zusammen.

Die Hagelgefahr lässt zwar durch die grosse Anzahl von Koïnzidenzen einen Zusammenhang mit der Sonnenfleckenhäufigkeit als sehr wahrscheinlich erkennen, ihr abgerundeter säkularer Gang weist aber auf den noch mächtigeren Einfluss der Temperatur hin, so dass die Hagelhäufigkeit neben dem durchschnittlich alle 11 Jahre mit dem Sonnenfleckenmaximum gleichzeitig auftretenden Minimum noch eine durchschnittlich rund 35 Jahre umfassende Periode aufweist.

Die Blitzgefahr hingegen lässt letztbenannten Einfluss des langjährigen Temperaturganges nicht erkennen, sondern ebenso, wie mit der kleineren elfjährigen Sonnenfleckenperiode, scheint sie auch mit der grossen Fleckenperiode im Zusammenhange zu stehen.

Mit anderen Worten: Die Hagelgefahr scheint entschiedener auf den terrestrischen, die Blitzgefahr mehr auf den kosmischen Einfluss zu reagieren."

## 20. Optische Erscheinungen der Erdatmosphäre.

**Die Farbe des Himmels und das Mondlicht**[1]). Der Unterschied zwischen dem Anblicke, den der Himmel bei Vollmond gewährt, und dem klaren tiefen Blau in einer mondlosen Nacht ist von Clemens Royer in seinen „Recherches d'Optique Physiologique et Physique" auf Grund einiger Beobachtungen von Piltschikoff aufgeklärt worden. Beim Studium der polarisierenden Wirkung des Mondlichtes in der Atmosphäre fand der letztere, dass das Verhältnis des polarisierten Lichtes des nächtlichen Himmels sich kontinuierlich vermindert von der Zeit des Vollmondes bis zum Neumonde, um diese Zeit Null wird und dann wieder wächst bis zur Zeit des Vollmondes. Es scheint also ein Widerstreit zu sein zwischen dem polarisierten Mondlichte und dem sogenannten natürlichen Lichte der Sterne, und das Verhältnis des polarisierten Lichtes erreicht manchmal 62 %. Die zerstreuende Kraft der Atmosphäre variiert also notwendigerweise mit dem relativen Verhältnisse von natürlichem und polarisiertem Lichte, da das letztere nicht nach allen Richtungen reflektiert werden kann. Wir ersehen daraus, warum sehr heitere aber mondlose Nächte verhältnismässig klar sind, und der Himmel ein tiefes Blau besitzt, während das weisse Mondlicht reflektiert, zerstreut und polarisiert dem Himmel eine weissliche oder ins Graue gehende Farbe verleiht.

## 21. Klimatologie.

**Die klimatischen Grundgleichungen des Königreichs Sachsen** Prof. Schreiber hat die in Sachsen von 1864—1890 angestellten Beobachtungen genauer untersucht und bei fast allen meteorologischen Elementen eine mit der Höhe nahezu proportionale Änderung gefunden[2]). Infolge dessen hat er zur Erlangung einfacher Darstellung des grossen Zahlenmateriales eine Berechnung der Beobachtungen nach folgender linearen Formel durchgeführt: $y = a + b.h.$ In derselben, die er als Grundgleichung bezeichnet, ist a der Grundwert, b der Höhenfaktor, h die Höhe in Hektometern. Es ergab sich im einzelnen folgendes:

1. Temperatur. Gesamtmittel des Jahres: $a = 9.3^0$ C, $b = -0.57^0$ C. $2^h$ p. m.: $a = 12.6^0$, $b = -0.66^0$; Minima: $a = -5.5^0$, $b = -0.58^0$.

Der Anstieg der Temperatur von $6^a$ bis $2^p$ fand sich in grösseren Höhen entschieden kleiner als in den Niederungen. Der Unterschied ist so beträchtlich, dass er klimatisch zweifellos stark hervortritt. Die Abnahme der Temperatur von $2^p$ bis $10^p$ ist in der warmen Jahreszeit in allen Höhen fast gleich. Während der Monate der kälteren Jahreszeit findet in den Höhen nachmittags eine geringere Abkühlung statt als in den Niederungen, namentlich treten Oktober und November in dieser Beziehung auffällig hervor.

---

[1]) Nature **47.** p 325. Meteorol. Zeitschrift 1893. p. 120.
[2]) Meteorol. Zeitschrift 1893. p. 361.

„Interessant sind die Formeln für die Zeit von $10^p$ bis $6^a$. Sie lehren, dass in den Niederungen die Temperatur $6^a$ tiefer ist als $10^p$. Mit zunehmender Höhe wird diese Differenz immer kleiner und verschwindet in gewissen Höhen, die allerdings verschieden je nach der Jahreszeit sind. Vom Mai bis zum August liegen diese Höhen unter 1200 *m*, und zwar gehen sie bis zu 610 *m* herab. In Höhen darüber hinaus wird die Temperaturdifferenz $6^a - 10^p$ positiv, so dass die Temperatur um $6^a$ nicht tiefer, sondern höher als diejenige um $10^p$ ist."

2. Dunstspannung. Die Erscheinung ist so kompliziert, und die mittleren Fehler, die an den Zahlenwerten haften, sind so gross, dass sichere Gesetze noch nicht abzuleiten sind.

3. Relative Feuchtigkeit. Die Berechnung der Beobachtungen lässt erkennen, dass die relative Feuchtigkeit nahezu um 1 % grösser wird für je 100 *m* Erhebung.

4. Bewölkung. Auch hier findet sich eine kleine Zunahme mit der Höhe, doch ist ihr Faktor sehr unsicher bestimmbar.

5. Niederschlagsmengen. Die Grundgleichungen ergeben pro Jahr in Millimetern für den Niederschlag überhaupt: $a = 500$, $b = + 53.7$, für Regen allein: $a = 500$, $b = + 20.6$, für Schnee allein: $a = 1$, $b = + 33.1$

Die in Vorstehendem mitgeteilten Grundgleichungen wurden aus den Beobachtungen von je 15 Stationen erhalten. Die starke Vermehrung der Stationen seit Beginn des vorigen Dezenniums machte es Prof. Schreiber wünschenswert, Ableitungen einer grösseren Zahl Stationen für das Lustrum 1886—1890 zu erhalten. Es fand sich u. a. für die Niederschlagsmengen (117 Stationen) und das Jahr: $a = 567$, $b = + 49.3$, für Regen allein $a = 531$, $b = + 21.3$, für Schnee allein $a = 36$, $b = + 28.0$. Für die Häufigkeit des gesamten Niederschlages (91 Stationen): Zahl der Tage im Jahre: $a = 170.6$, $b = + 3.59$. Häufigkeit von Schnee und Graupeln (102 Stationen): $a = + 34.3$, $b = + 5.35$.

| | a | b | (Jahr) |
|---|---|---|---|
| Tau (70 Stationen) . . . . . . . . | 104.2 | — 3.36 | |
| Reif (75 Stationen) . . . . . . . . | 35.8 | — 0.74 | |
| Nebel (86 Stationen) . . . . . . . . | 48.5 | + 6.32 | |
| Rauhfrost (84 Stationen) . . . . . | 0.5 | + 3.37 | |
| Nachtfrost (82 Stationen) . . . . . | 93.2 | + 7.70 | |
| Dauer der Schneedecke (73 Stationen) | 43.2 | +11.93 | |

**Die Niederschlagsverhältnisse in der Kordillere von Bogotá** schildert Alfred Hettner[1]). Diese Kordillere gehört zwei verschiedenen, wenn auch ähnlichen Wind- und Regengebieten, nämlich dem äquatorialen und dem tropischen Gebiete an.

Als äquatoriales Regengebiet kann man das Gebiet mit zwei Regenzeiten bezeichnen, die den beiden Zenithständen der Sonne folgen und durch 2 Trockenzeiten voneinander getrennt werden.

[1]) Petermann's Mitt. Ergänzungsheft Nr. 104.

Etwa die Monate März bis Mai und September bis November sind Regenzeit (Invierno), die Monate Dezember bis Februar und Juni bis August Trockenzeit (Verano). Je weiter wir nördlich kommen, umsoweniger fallen die beiden Zenithstände zeitlich auseinander, daher verschieben sich auch die beiden Regenzeiten immer mehr in die Zeit des nordhemisphärischen Sommers und verschmelzen miteinander oder werden doch nur noch durch eine kurze Pause getrennt, die man als den kleinen Johannisommer (Veranito de San Juan) bezeichnet, während die andere Trockenzeit umgekehrt an Ausdehnung gewinnt. Auf das äquatoriale Gebiet mit 2 Regen- und 2 Trockenzeiten folgt nordwärts also das nördliche, tropische Regengebiet mit 1 Regenzeit und 1 Trockenzeit; die Regen beginnen etwa im April, erreichen im Juni und Juli ihren Höhepunkt, jedoch fast immer durch eine Pause um Johanni unterbrochen, lassen im August und September etwas nach und verstärken sich im Oktober abermals, um im November ihr Ende zu erreichen.

In reiner Ausbildung treten diese Verhältnisse nur in den Ebenen am Fusse des Gebirges und in dessen unteren Teilen auf, während in den höheren Teilen viele örtliche Niederschläge mit anderen Bedingungen hinzukommen. Aber auch zwischen der Westseite und der Ostseite besteht ein grosser Gegensatz. Im Westen zeigt das Tiefland des oberen und mittleren Magdalenenstromes etwa bis 8° nördl. Br. äquatoriale Regenverteilung, während im Tieflande des unteren Magdalenenstromes, das sich von hier bis zur Küste ausdehnt, die Monate April oder Mai bis Oktober oder November als die Regenzeit bezeichnet werden, und in den übrigen Monaten der Passat mit trockenem Winde herrscht. Auf der Ostseite liegt die Grenze der beiden Regengebiete viel weiter südlich und wird ungefähr durch eine Linie gebildet, die unter 3° nördl. Br. am Fusse des Gebirges beginnt und von da nach OSO verläuft. Die Ursache dieses südlicheren Vordringens der tropischen Regenverteilung gegenüber der äquatorialen liegt in der Breite der Tiefebene zwischen der Kordillere und dem Berglande von Guyana, die dem Passate freien Raum zur Entfaltung gewährt.

Der westliche Teil des Gebirges schliesst sich an die westliche, der östliche Teil an die östliche Ebene an, und die Wetterscheide verläuft ungefähr auf der Linie der grössten Erhebungen, fällt also im ganzen mit der Wasserscheide zusammen. Jedoch greifen in den Monaten Juni bis August Nebel und leichte Regen von der Ostseite auf die Westseite des Kammes über, wo sie als Paramitos bezeichnet werden und wegen ihres nordischen Charakters nicht gerade beliebt sind. Von Dezember bis Februar herrscht im ganzen Gebirge schönes Wetter, im März aber setzen auf der Westseite Regen ein, während sie auf der Ostseite erst Mitte April beginnen. In der zweiten Hälfte des April und im Mai regnet es überall, im Juni und Juli dagegen ist auf der Westseite, von den Paramitos der Grenzzone abgesehen, wieder schönes Wetter, während auf der Ostseite die Regenzeit gerade

am stärksten ist. Im August und September lässt hier der Regen etwas nach, hört aber erst im November ganz auf, und auch im Westen setzt im September der Regen von neuem ein, um bis zum Dezember anzudauern. Man darf aber nicht etwa denken, dass diese Witterungswechsel ein Jahr wie das andere mit der Regelmässigkeit einer Uhr vor sich gingen; die verschiedenen Jahrgänge zeigen vielmehr auch in den Tropen recht bedeutende Unterschiede.

Niederschläge des Gebirges. Im Gebirge selbst und besonders in seinen höheren Teilen kommen diese allgemeinen Niederschläge nicht ausschliesslich und nicht ungestört zur Geltung. Die aufsteigenden Tagwinde bringen die Feuchtigkeit des heissen Tieflandes mit sich und verdichten sie beim Aufsteigen zu Nebel und leisem Regen, die absteigenden Nachtwinde dagegen treiben die Nebel thalab und wirken im allgemeinen aufheiternd. Sehr schön stellt sich der Vorgang dar, wenn man von einem hohen Punkte aus in das Tiefland des Magdalenenstromes hinabschaut. Man sieht dann, wie sich am Morgen zuerst eine dicke Wolkendecke über dem grossen Thale bildet, und wie sie sich ganz allmählich hebt, bis sie ungefähr um $9^h$ die Kämme einhüllt, während der untere Teil der Hänge jetzt entblösst ist. In den höheren Teilen der äusseren Hänge, besonders an den oberen Enden steiler Thäler, sind nur die Morgen schön; dann sieht man plötzlich, wie Nebel von unten heraufdringt, und bald ist man rings von Nebel eingehüllt, der nun den ganzen Tag anhält, so dass Sonnenschein um Mittag zu den seltensten Ereignissen gehört. Erst gegen oder nach Sonnenuntergang hellt sich das Wetter wieder auf; ist der Nebel aber sehr dick, so kann ihn die nächtliche Abkühlung zu Regen verdichten.

Charakteristik der verschiedenen Arten von Niederschlägen. Das Gebirge hat zwei verschiedene Klassen von Regen. Die einen sind die allgemeinen Niederschläge, die ihre Ursache in der allgemeinen aufsteigenden Luftbewegung der Gebiete zenithalen Sonnenstandes haben; die anderen sind die Niederschläge, die durch den Temperaturgegensatz des heissen Tieflandes und des kühlen Gebirgslandes hervorgerufen werden. Bei diesen geschieht die Verdichtung des Wasserdampfes beim Aufsteigen am Abhange entlang; es bilden sich Nebel, die auf dem Boden ausruhen; auch der Regen kommt nur aus geringer Höhe und kann daher nur ein feiner Nieselregen sein, der aber, wie unser Landregen, tagelang anhalten mag; herrscht der Nebel besonders am Tage, so wird der Regen häufig durch die nächtliche Abkühlung bewirkt.

Die Stärke der allgemeinen, eigentlich tropischen Niederschläge scheint in der Regel mit der Höhe abzunehmen. Auf den Hochebenen sind sie allerdings, wohl durch die örtlichen Umstände begünstigt, noch recht bedeutend, aber auf den Paramos sind heftige Platzregen selten. Die Niederschläge der Thalwinde sind umgekehrt in den höheren Teilen im allgemeinen häufiger und sind wohl zwischen 1500 und 3000 *m* über dem Meere am stärksten. Sie sind auf

die äusseren Hänge beschränkt, wo ein direktes Aufsteigen der Luft aus dem heissen Tieflande stattfindet; dagegen kommen in den inneren Thälern diese Winde abgeregnet an und bringen nur noch den höher aufragenden Kämmen Niederschläge; man kann oft deutlich sehen, wie sie vom Kamme aus als Wolken horizontal weiterziehen, ohne Feuchtigkeit zu spenden, und sich allmählich auflösen. Darum ist der Wald an den äusseren Hängen besonders üppig, aber umgekehrt übt auch der Wald eine entschiedene Wirkung auf die Niederschläge aus.

Einfluss des Waldes. Es ist zunächst zweifellos, dass eine nahe Beziehung zwischen den Niederschlagsverhältnissen und der Verbreitung des Waldes besteht. Unzählige Male hat Verf. bemerken können, wie der waldbedeckte Teil eines Abhanges in Wolken gehüllt war, während über dem Gebüsche und Kulturlande sich blauer Himmel wölbte, und die Sonne schien. Der Eintritt in den Wald brachte gar häufig auch Regen, während ihn beim Austritte heiteres Wetter begrüsste. Anfangs glaubte er, der damaligen Schulmeinung folgend, dieser Gegensatz sei natürlich gegeben, die Wolken seien durch meteorologische Gesetze an die höheren Regionen gebunden und hätten dort üppigen Waldwuchs erzeugt, während in den tieferen Regionen nur Gebüsch fortzukommen vermöchte. Der Botaniker F. A. Lehmann, den er in Bogotá traf, war anderer Meinung, und als er seine Reisen auf Gebiete ausdehnte, in denen menschliche Ansiedelungen noch selten sind oder fehlen, und sah, wie der Wald hier den ganzen Abhang überkleidet, und wie auch die Wolken tiefer herabreichen und weniger scharf abgeschnitten erscheinen, konnte auch er sich der Einsicht nicht länger verschliessen, dass der Gegensatz grösstenteils nicht von der Natur gegeben, sondern vom Menschen geschaffen ist, dass der Mensch mit der Pflanzendecke auch den Witterungscharakter in gewissem Grade verändert hat. Der Einfluss des Waldes auf die Schattentemperatur mag allerdings, namentlich im Tagesmittel, gering sein, aber er mindert die Sonnenstrahlung, die so wesentlich zur Auflösung des Nebels beiträgt, und ist darum der Nebelbildung günstig, in dem Grade, dass ausgedehnte Waldgebiete, wie die des mittleren Magdalenenstromes und des Maracaibotieflandes, auch ohne Ansteigen des Bodens Nebelbildung hervorrufen können [1]).

**Das Wüstenklima von Kalifornien.** Im Sommer 1891 (1. April bis 30. September) war in dem sogenannten Todesthale in Kalifornien eine meteorologische Station 1. Ordnung eingerichtet, deren Beobachtungsergebnisse von Prof. W. Harrington mitgeteilt sind. Prof. Hann giebt daraus einen das wesentliche umfassenden Auszug [1]) dem nachstehendes entnommen ist.

„Die Gegend, das „Todesthal" (Death Valley) in Kalifornien, ist höchst merkwürdig sowohl in betreff der orographischen als auch

[1]) Meteorol. Zeitschrift Februar 1893. p. 64 u. ff.

in betreff der klimatischen Verhältnisse. Der nördliche Teil der „Mohave Wüste“ reicht hinein in enge Thäler, die von gewaltigen Gebirgsketten begrenzt werden, die nahe in Nord-Südrichtung verlaufen. Diese Thäler sind ungewöhnlich flach, doch einige davon werden charakterisiert durch grosse Tiefe. Das bemerkenswerteste derselben ist das „Todesthal“, dessen Boden unter das Meeresniveau hinabreichen soll, obgleich es circa 200 engl. Meilen (322 *km*) von dem pacifischen Ozeane entfernt und von demselben durch die hohe Gebirgskette der Sierra Nevada getrennt ist. Das Thal soll seinen Namen tragen von dem traurigen Geschicke einer Partie von Einwanderern, die dort etwa um 1850 verdurstet sind.

Death Valley liegt zwischen den phantastisch gefärbten Funeral- und Amargosaketten im Osten, die 1500 bis 1800 *m* Höhe erreichen, und den Panamint Mountains im Westen, 2400 bis 2700 *m* hoch, die in dem Telescop Peak mit circa 3230 *m* kulminieren. Das Thal hat keinen Abfluss, indem es auch im Süden durch einen ca. 600 *m* hohen Rücken abgeschlossen wird. Der südliche Teil des Thales ist nahezu eben und führt den Namen Death Valley. Es liegt zwischen 35° 40′ und 36° 35′ nördl. Br. und 116° 15′ und 117° 5′ westl. L. v. Gr., ist 75 miles (120 *km*) lang, 20—25 miles (32—40 *km*) von Kamm zu Kamm breit, der Boden aber nur 12—15 miles (20—24 *km*); in der Gegend der meteorologischen Station ist das Thal nur 10 *km* breit. Das Thal selbst war früher jedenfalls von einem Bittersee eingenommen. An der Ostseite verläuft noch eine lange schmale Rinne von glänzend weissem Salze mit Boraxablagerungen an manchen Stellen. Die Salzkruste ist gewöhnlich dünn, trägt aber an einigen Stellen selbst Wagen. Andere Teile des Thales werden von Salzsümpfen eingenommen, andere von Flugsand oder aschenartiger Erde, gemischt mit zähem Lehme. Im Süden mündet in das Thal der lange Amargosafluss, der aber fast ganz versickert, bis er das Thal erreicht. Furnace Creek fliesst in das Thal nahe dessen nordöstlicher Ecke aus einem Cañon der Funeral Mountains kommend. In nassen Zeiten wird das Thal wohl zuweilen von einem seichten See eingenommen. Die Vegetation ist äusserst spärlich, am westlichen Rande finden sich Gruppen von Mesquitebäumen, ausserdem giebt es Kaktus und einiges Buschwerk. In der Nähe der Mündung des Furnace Creek hat die Pacific Borax Company 30 Acker Land eingezäunt und bewässert. Das Land ist sehr fruchtbar und giebt jährlich 6—7 Ernten von Alfalfagras. Einige Baumwollstauden und Feigenbäume gedeihen gleichfalls, letztere liefern gute, aber kleine Früchte.

Aus barometrischen Beobachtungen hat man geschlossen, dass das Thal bis zu 50 *m* unter dem Meeresspiegel liegen soll.

Die meteorologische Station befand sich in einem Gebäude der Borax-Company an der Ostseite und nahe dem nördlichen Ende des

[1]) Meteorol. Zeitschrift 1893. p. 19 u. ff.

eigentlichen Death Valley, am Fusse der Funeral Mountains etwa 3 *km* nordwestlich von der Mündung des Furnace Creek, beiläufig unter 36° 28′ nördl. Breite und 116° 51′ westl. L. v. Gr. Der Boden der Station bestand aus weissem Triebsande, war gänzlich vegetationslos, einige Mesquitebüsche ausgenommen.

Der Barometerstand zeigte in Death Valley keine Beziehungen zur Witterung, die heissesten wie die kühlsten Perioden fielen mit relativ hohem Barometerstande zusammen. Desgleichen zeigte der Wind keine Beziehung zum Luftdrucke. Es regnete aber zumeist bei hohem Barometerstande.

Die Regen waren zumeist Gewitterregen, Begleiter von „Wärmegewittern“, sie traten meist abends oder morgens ein. Entfernte Gewitter und Wetterleuchten waren häufig. Das Gewitter vom Morgen des 16. August lieferte 13 *mm* Regen, der zumeist innerhalb 30 Minuten fiel. Auf den westlichen Bergen muss der Regen viel heftiger gewesen sein, denn man hörte deutlich das Rauschen der Giessbäche in den Cañons in ca. 10 *km* Entfernung. Bei dem Gewitter vom 27. Juli fiel die Temperatur von 41.7° auf 30.6°, der Regenfall war gering, die Regentropfen aber sehr gross und sehr kalt.

Sandstürme wurden öfter beobachtet. Stürme überhaupt waren häufig. Sie kamen im allgemeinen von Süden jeden 3. oder 4. Tag und waren deutlich Tagphänomene, dauerten selten länger als 7 Stunden und hörten um Mitternacht auf. Die mittlere Geschwindigkeit derselben war $13^1/_2$ *m* pro Sekunde, das Maximum war 22.8 *m*. Einige von diesen Südstürmen werden von den Beobachtern als „heisse Winde“ bezeichnet. Jener am 17. Juni begann um $10^h$ $40^m$ a. m. und lullte um $6^p$ ein. Es war ein kontinuierlicher Glutwind mit einem Temperaturmaximum von 44.8° C. Der Himmel war teilweise mit Cirrus bedeckt, später kamen dunkle Stratuswolken von NW. Bei dem heissen Winde am 4. August war es ganz heiter, Temperaturmaximum 45.6°, Windstärke Maximum 21.5 *m*. Zahlreiche Staubtromben waren dabei zu sehen.

Die Temperaturregistrierungen zeigen während der Nachtzeit öfter Temperaturwellen, ein Steigen und Fallen um 2—3° C.; besonders während Hitzeperioden treten öfter 3—5 Wellen in einer Nacht auf.

Bei dem tornadoartigen Sturme am 25. Juli sank die Temperatur um 11.4° in 17 Minuten während eines heftigen Windstosses von 26.8 *m* Geschwindigkeit. Die Barographenkurve zeigte ein plötzliches Steigen, und zwar um mehr als 6 *mm* innerhalb 2 Stunden, dann fiel der Druck wieder langsam. Im allgemeinen sind die Gewitterstürme gewöhnlich von einem plötzlichen Steigen des Barometers begleitet, und der Luftdruck bleibt dann auch nachher etwas höher als vordem. Gelegentlich treten diese Barometersprünge auch auf, ohne dass sich am Beobachtungsorte selbst etwas besonderes ereignet hätte.

Die folgende kleine Tabelle giebt eine Übersicht über die Beobachtungsergebnisse:

## Death Valley, Kalifornien, Furnace Creek.

36° 28′ nördl. Br., 116° 51′ westl. L. von Gr., ca. Meeresniveau.

| | Luftdruck in *mm* | | | Temperatur Celsius | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Mittel | Tägl. Schwank. period. | unperiod. | Mittl. tägl. Extreme | | Diff. | 24 stünd. Mittel | Absolute Extreme | |
| Mai | 762.0 | 4.4 | 4.8 | 36.1 | 21.1 | 15 0 | 29.3 | 40.6 | 12.2 |
| Juni | 59.2 | 4.8 | 5.6 | 41.1 | 25.0 | 16.1 | 33.4 | 50.0 | 15.6 |
| Juli | 59.9 | 4.9 | 5.6 | 46.7 | 30.6 | 16.1 | 38.9 | 50.0 | 22 2 |
| August | 61 0 | 4 9 | 5.3 | 46.1 | 28.3 | 17.8 | 38.2 | 50.0 | 22.8 |
| September | 62.2 | 4.7 | 5,6 | 40.0 | 24 4 | 15.6 | 32.3 | 48 3 | 14.4 |

| | Relative Feuchtigkeit in Prozenten Mittel | Bewölkung Mittel | Regen Summe | Tage | Wind-geschw. Meter pr. Sekunde |
|---|---|---|---|---|---|
| Mai | 26 | 3.6 | 4.6 | 2 | 4.4 |
| Juni | 20 | 3.0 | 1.3 | 1 | 4.7 |
| Juli | 20 | 3.1 | 9.4 | 3 | 4.1 |
| August | 21 | 2.5 | 15.2 | 1 | 4.0 |
| September | 27 | 2.8 | 5.1 | 2 | 5.0 |

Die hauptsächlichsten Eigentümlichkeiten des Klimas von Death Valley sind demnach exzessive Hitze und Trockenheit. Die Luft ist nicht stagnierend, sondern stark bewegt, die oftmals auftretenden Winde aus Süden steigern aber nur die Hitze. Regen fällt häufig in den Bergen, zuweilen auch im Thale. Tiere und Pflanzen finden sich selten, die ersteren sind hauptsächlich Nachttiere, die der Hitze weniger ausgesetzt sind. Hitze und Trockenheit werden gesteigert durch den Charakter des Thales. Es ist eng und tief, wahrscheinlich das Bett eines alten Sees, umgeben von hohen dürren Bergwänden. Der weisse treibende Sand erhitzt sich am Nachmittage stark; der Rest des Bodens ist salzhaltig.

Nach glaubhaften Berichten ist die Temperatur im Schatten schon auf 54 ja auf 58° C. gestiegen; Menschen, die sich der Sommersonne ausgesetzt haben, sind nicht selten wahnsinnig geworden. Alle hölzernen Gefässe werfen sich und springen.

Den schrecklichsten Anblick in diesem Thale bieten die Wolkenbrüche, die im trockenen Südwesten nicht selten sind. Es sind Gewitterstürme von geringem Umfange, aber von grösster Heftigkeit, die sich plötzlich um die Gebirge während des heissesten Wetters bilden. In den Ravinen der Gebirge stürzen danach unglaubliche Wassermassen herab.

Nach den Berichten von Männern, die bei den Boraxwerken den Winter im Thale zugebracht haben (von 1883 bis 1887 inclusive arbeiteten 40 Männer daselbst von September bis Juni) ist das Klima im Winter sehr gesund und angenehm. Auf den Bergen giebt es Schneefall bis zur Tiefe von mehreren Fuss. Eis bildet sich, und von den benachbarten, aber höheren Thälern wird extreme Kälte berichtet. Der klare Himmel und der trockene Boden begünstigt die winterliche Ausstrahlungskälte. In Yuma selbst sinkt die Temperatur öfter auf —2 bis —3° und hat schon —5.3° erreicht. Im ganzen muss der Winter angenehm und gesund sein. Es mögen 25 bis 50 *mm* Regen fallen. Der erste Frühling und späte Herbst haben angenehme Temperatur, klare, erfrischende Luft und wenig Regen.

